



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Rebeca Zuliani Galvão

**Interações verbais em atividades experimentais investigativas:
contribuições para a aprendizagem de conceitos químicos**

São José do Rio Preto
2019

Rebeca Zuliani Galvão

**Interações verbais em atividades experimentais investigativas:
contribuições para a aprendizagem de conceitos químicos**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin

São José do Rio Preto
2019

G182i

Galvão, Rebeca Zuliani

Interações verbais em atividades experimentais investigativas: contribuições para a aprendizagem de conceitos químicos / Rebeca Zuliani Galvão. -- São José do Rio Preto, 2019

243 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Gustavo Bizarria Gibin

1. Atividade experimental investigativa. 2. Interação verbal. 3. Aprendizagem de conceitos químicos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Rebeca Zuliani Galvão

**Interações verbais em atividades experimentais investigativas:
contribuições para a aprendizagem de conceitos químicos**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin
UNESP – Câmpus de Presidente Prudente
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Castro de Oliveira
IFSP – Câmpus de Catanduva

Prof. Dr. Jackson Gois da Silva
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Presidente Prudente
21 de março de 2019

Por toda compreensão, colaboração e carinho que sempre tiveram e demonstraram por mim, dedico a concretização desse sonho à minha mãe Alessandra Regina Pereira Zuliani e avó Isaura Pereira. E para que sempre acreditem no poder transformador do conhecimento e o quão enriquecedor são os estudos, à minha irmã Gabrielli Zuliani Alves e ao meu irmão Miguel Zuliani Alves.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desse estudo foi imensamente enriquecedor e contribuiu muito para minha aprendizagem, me proporcionando crescimento acadêmico, profissional e pessoal. Diante disso, vejo que tudo só foi realmente possível, porque sempre estiveram ao meu redor pessoas que me apoiaram, aconselharam e de uma maneira muito especial, me guiaram nessa trajetória, nem sempre fácil, e que, exigiu muito de nós. Agradeço imensamente à Deus, por ter me dado sabedoria, discernimento e força, principalmente nos momentos difíceis e, principalmente, por me permitir ter a presença de pessoas tão especiais, que agiram como anjos em minha vida. Eu sou grata por tudo que fizeram, aconselharam e por sempre terem acreditado na concretização desse objetivo.

À minha mãe **Alessandra**, meu maior exemplo de determinação, amor e fé. Muito obrigada por sempre me amparar, motivar e apoiar minhas decisões. Todo seu carinho e orientação fez com que essa caminhada se tornasse mais leve. Sou eternamente grata por tudo que faz por mim. Eu te amo muito!

À minha avó **Isaura**, por ter acreditado em mim, nos meus estudos e nunca ter me deixado desistir. Muito obrigada por toda sua dedicação, amor, por estar ao meu lado e por ter me dado suporte para que eu conseguisse prosseguir meus estudos. Agradeço por tornar essa realização possível. Te amo!

Aos meus irmãos **Gabrielli** e **Miguel** que se tornaram as minhas principais motivações para eu dar sequência aos estudos. Não há nada que eu planeje, que vocês não façam parte. Eu desejo que consigam alcançar todos os seus objetivos assim como eu estou alcançando os meus. Eu amo imensamente vocês!

Ao meu namorado **André**, que há seis anos vem incentivando, aconselhando e me ajudando muito. Nesses últimos dois anos, o carinho, admiração e respeito que tenho por você só aumentou. Obrigada por você ter participado e contribuído para que a realização desse objetivo se tornasse possível.

Às minhas tias **Adriana, Andrea** e meus primos **Tuane, Felipe, Georgiane, Giovane** e **Willian** que estiveram bastante próximos durante esses dois anos, contribuindo para que a continuação de meus estudos se tornasse possível. Obrigada por estarem ao meu lado!

Ao **Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin**, pela orientação, amizade e confiança. Agradeço imensamente por todos os conselhos e, principalmente, por ter me proporcionado a vivência na pesquisa de uma maneira extremamente valiosa, contribuindo para o meu crescimento profissional e pessoal. Obrigada por ter acreditado em mim!

Aos membros da banca de qualificação e defesa, **Prof. Dr. Jackson Gois da Silva** e **Prof. Dr. Ricardo Castro de Oliveira**. Agradeço por todas as sugestões, indicações de leituras, questionamentos e reflexões que foram extremamente relevantes para que este estudo pudesse ser concluído.

Ao meu amigo **Bruno**, que com seu imenso coração, não mediu esforços para me ajudar, principalmente nesses dois anos. Muito obrigada por sua amizade, por sua paciência e por estar tão presente em minha vida. Meu amigo da faculdade, do trabalho e da vida. Conte sempre comigo!

As minhas amigas **Vanessa, Karine** e **Denise**, por toda cumplicidade, apoio e amizade que sempre existiu entre nós. Obrigada por se manterem presentes em minha vida. Vocês são realmente especiais. Eu tenho imenso orgulho de terem vocês em minha vida!

Aos meus amigos **Valdir, Silvilene** e **Lourdes**, por terem me acolhido com tanto carinho e, principalmente, por se tornarem grandes incentivadores dos meus objetivos. Obrigada por todos os conselhos, que foram essenciais nessa jornada.

Aos meus amigos **Airton, Edy** e **Fabiano**, que sempre foram prestativos comigo, auxiliando e contribuindo com meus estudos. Vocês são muito especiais. Obrigada por todo apoio e amizade!

Aos professores da Graduação: **Beatriz, Gustavo, Maria de Lourdes, Ana Flora, Eduardo, Marcos Teixeira, Sylvania, Homero** e, em especial, a professora **Ana Pires** e ao professor **Sérgio**, que sempre foram muito dedicados e atenciosos, e que, mesmo após a

graduação ainda estão próximos. Obrigada por terem contribuído de maneira grandiosa para a minha formação.

Aos professores da Pós-Graduação, **Profa. Rose, Profa. Tatiana, Prof. Jackson, Prof. Raul e Profa. Solange** pelas aulas valiosas, pelas leituras enriquecedoras e *feedbacks* que foram fundamentais para que eu pudesse ter uma melhor compreensão sobre os aspectos da pesquisa.

À toda **equipe escolar**, que nos recebeu com imensa alegria e foram muito atenciosos e prestativos durante toda nossa permanência na escola. Em especial, agradeço imensamente as professoras **Leticia e Soraya**, por terem disponibilizado suas aulas para que a pesquisa pudesse ser realizada e por terem acreditado na importância da realização desse estudo para os estudantes.

Aos **participantes da pesquisa**, pela disposição e dedicação no desenvolvimento do minicurso, em especial nas atividades experimentais investigativas. Vocês são os protagonistas desse estudo. Obrigada por todo conhecimento que construímos juntos.

Eu agradeço imensamente a cada um de vocês!

RESUMO

Em meio aos grandes desafios enfrentados no sistema educacional atual, a escola ainda apresenta um importante papel histórico-cultural em relação a aprendizagem de conceitos científicos dos estudantes, e para o desenvolvimento do senso crítico dos indivíduos, da autonomia e a participação ativa na sociedade. É nesse ambiente que o professor precisa diariamente buscar por metodologias que privilegiem a construção do conhecimento. Nesse estudo, apresentamos os resultados de uma pesquisa desenvolvida com quatorze estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Período Integral em Osvaldo Cruz-SP, durante um minicurso de trinta horas oferecido pela pesquisadora. O minicurso intitulado “Um olhar Químico para o etanol” abordou como temas principais as propriedades e transformações químicas e físicas da matéria. O objetivo do trabalho consistiu em analisar os diálogos promovidos pelas interações verbais que ocorreram durante a realização das atividades experimentais investigativas e suas possíveis contribuições para a aprendizagem de Química. As atividades investigativas foram desenvolvidas buscando propiciar momentos nos quais os estudantes pudessem expressar e compartilhar suas ideias, percepções e opiniões frente ao problema experimental proposto, para influenciar suas estruturas de pensamento e construção de novos significados, na zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Foi realizada uma pesquisa com viés qualitativo, e como fonte de coleta de dados, foram empregadas ferramentas classificadas em primárias e secundárias. As primárias consistem nas gravações em áudio e questionários, enquanto as secundárias, como as entrevistas e observações diretas registradas em diário de campo foram empregadas apenas para auxiliar nas discussões. Para as análises, os dados foram fundamentados nas concepções de Vygotsky em relação as interações sociais, o referencial teórico da pesquisa, e em autores como Gil-Perez (2001), Carvalho (2013) e Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), que detalham características das atividades investigativas. As respostas dos questionários foram categorizadas por meio da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977) e os áudios transcritos e analisados com base nas ideias dos autores anteriormente citados. As análises permitiram mostrar que as interações dialógicas entre os estudantes e destes com a professora-pesquisadora durante desenvolvimento das atividades experimentais investigativas promoveram a construção de significados, propiciaram a transição de conhecimentos cotidianos para conhecimentos científicos. Esse avanço foi gradativo, uma vez que na linguagem química (verbal e escrita) os estudantes demonstraram ter dificuldades mais acentuadas, mesmo em assuntos de baixo nível cognitivo. A atividade apresentou importante papel no estímulo ao pensamento reflexivo frente à situação problema apresentada, com um maior planejamento e reflexão sobre os aspectos conceituais envolvidos nas propostas experimentais sugeridas pelos estudantes, favorecendo tanto a aprendizagem procedimental quanto conceitual. O desenvolvimento de atitudes teve um papel central na metodologia, pois a curiosidade, motivação, cooperação, persistência e, principalmente, a autonomia dos estudantes contribuíram diretamente para um envolvimento mais ativo na experimentação investigativa, fatores que favoreceram a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento do senso crítico dos indivíduos.

Palavras-chave: Atividade experimental investigativa. Interações verbais. Aprendizagem de Química.

ABSTRACT

Among the major challenges faced in the current educational system, school still has an important historical-cultural role in relation to the students scientific concepts learning, and to the development of the critical sense of individuals, autonomy and active participation in the society. It is in this environment that the teacher needs to daily search for methodologies that privilege the construction of knowledge. In this study, we present the results of a research developed with fourteen students of the second year of High School of a State School of Integral Period in Osvaldo Cruz-SP, during a thirty-hour mini-course offered by the researcher. The mini-course entitled "A Chemical Look at Ethanol" addressed as main themes the chemical and physical properties and transformations of matter. The objective of this investigation was to analyze the dialogues promoted by the verbal interactions that occurred during the accomplishment of the inquiry experimental activities and their possible contributions to the learning of Chemistry. The inquiry activities were developed aiming to provide moments in which students could express and share their ideas, perceptions and opinions in the face of the proposed experimental problem, to influence their structures of thought and construction of new meanings in the zone of proximal development (ZPD). A research with qualitative bias was carried out, and tools classified as primary and secondary were used as source of data collection. The primaries consist of audio recordings and questionnaires, while secondary ones such as interviews and direct observations recorded in field diaries were used only to aid in the discussions. For the analyzes, the data were based on Vygotsky's conceptions regarding social interactions, the theoretical reference of the research, and on authors such as Gil-Perez (2001), Carvalho (2013) and Kasseboehmer, Hartwig and Ferreira (2015), who details of inquiry activities. The responses of the questionnaires were categorized through the content analysis proposed by Bardin (1977) and the audios transcribed and analyzed based on the ideas of the authors previously mentioned. The analyzes allowed to show that the dialogical interactions between the students and of these with the teacher-researcher during the development of inquiry experimental activities promoted the construction of meanings, propitiated the transition from everyday knowledge to scientific knowledge. This advance was gradual, since in the chemical language (verbal and written) the students demonstrated to have more accentuated difficulties, even in subjects of low cognitive level. The activity presented an important role in stimulating reflective thinking in the face of the presented problem situation, with a greater planning and reflection on the conceptual aspects involved in the hypotheses and proposals of experimental procedures suggested by students, favoring both procedural and conceptual learning. The development of attitudes played a central role in the methodology, since the curiosity, motivation, cooperation, persistence, and mainly the autonomy of the students contributed directly to a more active involvement in the investigative experimentation, factors that favored the construction of scientific knowledge.

Keywords: Inquiry experimental activity. Verbal interactions. Chemistry learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre experimentos, trabalho de laboratório e trabalho prático.	42
Figura 2 – Laboratório de Química e disposição dos grupos.	86
Figura 3 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Bia.	120
Figura 4 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Nati.	121
Figura 5 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Pati.	122
Figura 6 – Proposta de experimento para a produção do etanol do Grupo A.	131
Figura 7 – Relação das propostas do procedimento experimental individuais e em grupo para produção do etanol.	134
Figura 8 – Processo de aquecimento sugerido pelo grupo A.	137
Figura 9 – Caldo de cana imediatamente após a adição do fermento biológico.	146
Figura 10 – Caldo de cana a) antes e b) depois do processo de fermentação.	150
Figura 11 – Reação química envolvida na produção do etanol representada pelo grupo A.	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de abertura de um experimento.	55
Quadro 2 – Momentos propostos na pesquisa.	81
Quadro 3 – Características referentes a cada etapa do desenvolvimento da atividade experimental.	85
Quadro 4 – Dados coletados por meio dos questionários.	89
Quadro 5 – Categorias das propostas experimentais para solução do problema investigativo.	93
Quadro 6 – Categorias referentes as interações sociais que ocorreram no desenvolvimento da atividade experimental investigativa.	95
Quadro 7 – Categorias das atitudes desempenhadas ao longo do minicurso.	96
Quadro 8 – Categorias das relações estabelecidas entre os dados obtidos e os conhecimentos químicos.	97
Quadro 9 – Categorias das propostas e estratégias procedimentais individuais das integrantes do grupo A.	123
Quadro 10 – Transcrição das falas do episódio 1-A: proposta de experimental para a produção do etanol (T ₅ ao T ₂₄).	125
Quadro 11 – Transcrição das falas do episódio 1-A: proposta de experimental para a produção do etanol (T ₄₈ ao T ₇₅).	128
Quadro 12 – Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo A.	132
Quadro 13 – Transcrição das falas da entrevista sobre a produção do etanol do grupo A (T ₁₃ ao T ₁₅).	133
Quadro 14 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T _{100/105} ao T ₁₀₇).	136
Quadro 15 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₁₂₄ , T ₁₃₀ e T ₁₃₁).	138
Quadro 16 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₁₈₀ ao T ₁₈₄).	139
Quadro 17 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₂₀₂ ao T ₂₀₆).	141
Quadro 18 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₂₄₂ ao T ₂₅₁).	142
Quadro 19 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₂₇₁ ao T ₂₇₄).	143

Quadro 20 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₂₇₉ ao T ₂₈₅).	144
Quadro 21 – Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T ₃₀₂ ao T ₃₁₇).	145
Quadro 22 – Classificação das atitudes desenvolvidas durante a experimentação investigativa.	147
Quadro 23 – Transcrição das falas do episódio 3-A: relação dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos (T ₃₃₁ ao T ₃₃₄).	150
Quadro 24 – Transcrição das falas do episódio 3-A: relação os dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos (T ₃₇₀ ao T ₃₉₇).	152
Quadro 25 – Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais dos integrantes do grupo B.	155
Quadro 26 – Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais das integrantes do grupo C.	156
Quadro 27 – Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais dos integrantes do grupo D.	157
Quadro 28 – Proposta experimental e estratégia procedimental do grupo B.	159
Quadro 29 – Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo C.	160
Quadro 30 – Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo D.	162
Quadro 31 – Classificação das atitudes e estratégias procedimentais desenvolvidas durante a atividade experimental investigativa dos grupos B, C e D.	164
Quadro 32 – Relação dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos dos grupos B, C e D.	167
Quadro 33 – Construção do conhecimento a partir dos diálogos gerados ao longo da etapa da estruturação coletiva do conhecimento.	170
Quadro 34 – Concepções dos estudantes sobre o minicurso “Um olhar químico para o etanol”.	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação.	99
Tabela 2 – Definição química do conceito de matéria pelos estudantes.	106
Tabela 3 – Classificação das respostas dos estudantes frente aos estados físicos da matéria.	107
Tabela 4 – Classificação das respostas dos estudantes frente as mudanças de estados físicos da matéria.	108
Tabela 5 – Classificação das respostas dos estudantes frente à definição de ponto de fusão e ebulição.	109
Tabela 6 – Classificação das respostas dos estudantes frente as interpretações sobre fenômenos químicos e físicos.	110
Tabela 7 – Classificação das respostas dos estudantes frente as características apresentadas em transformações químicas e físicas.	111
Tabela 8 – Classificação das respostas dos estudantes frente as suas interpretações de reações químicas.	113
Tabela 9 – Classificação das respostas frente aos conceitos de misturas homogêneas e heterogêneas.	114
Tabela 10 – Classificação das respostas em relação aos métodos de separação de misturas.	114
Tabela 11 – Classificação das respostas em relação a interpretação das mudanças de estados físicos presentes no gráfico de aquecimento de uma substância pura.	115
Tabela 12 – Classificação das respostas em relação a interpretação das mudanças de estados físicos presentes no gráfico de aquecimento de uma substância pura.	115
Tabela 13 – Classificação das respostas em relação aos métodos de produção do etanol.	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EM – Ensino Médio

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PEI – Programa de Ensino Integral

SEI – Sequência de Ensino Investigativo

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
1 ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: PROPOSTAS CURRICULARES E A REALIDADE DAS AULAS DE QUÍMICA.....	23
1.1 O Currículo e o Ensino de Química.....	23
1.2 As abordagens tradicional e construtivista de ensino	31
2 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: SUAS IMPLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES NO ENSINO DE QUÍMICA.....	35
2.1 Principais objetivos da experimentação no ensino de Química	35
2.2 As visões e limitações da experimentação nas escolas.....	40
2.3 Atividades experimentais investigativas como instrumento facilitador para aprendizagem de Química	48
3 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM QUÍMICA POR MEIO DA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY	59
3.1 Elementos fundamentais da teoria sócio-histórica de Vygotsky	59
3.1.1 Atividades experimentais investigativas em um contexto de mediação e interação social	68
4 OBJETIVOS DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	73
4.1 Objetivos e questão de pesquisa	73
4.1.1 Questão de pesquisa	75
4.1.2 Objetivos	75
4.2 Conhecendo a escola e os participantes da pesquisa	76
4.2.1 A Escola de Ensino Integral	76
4.2.2 Participantes da pesquisa	79
4.3 Metodologia	79
4.3.1 Desenvolvimento das atividades.....	80
4.4 Instrumentos de coleta de dados.....	88
4.5 Análise dos dados	90
4.5.1 Visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação.....	91
4.5.3 Propostas e estratégias procedimentais elaboradas individualmente.....	92
4.5.4 Proposta experimental e estratégia procedimental desenvolvida pelo grupo A	93
4.5.5 Discursos, atitudes e técnicas procedimentais presentes no desenvolvimento do experimental	95
4.5.6 Relações dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos.....	96
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	98

5.1 Análise das visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação	98
5.2 Análise sobre o levantamento dos conhecimentos cotidianos e científicos dos estudantes ...	105
5.3 Análise das propostas experimentais e estratégias procedimentais realizadas individualmente pelas integrantes do grupo A.....	117
5.4 Análise da proposta e estratégia procedimental realizada pelo grupo A	124
Relações conceituais	132
5.5 Análise dos diálogos e atitudes das estudantes do grupo A durante o desenvolvimento experimental	136
5.6 Análise das relações dos dados obtidos experimentalmente do grupo A com os conceitos científicos.....	149
5.7 Análise sintetizada das propostas experimentais e propostas procedimentais realizadas individualmente pelos integrantes dos grupos B, C e D.....	154
5.8 Análises sintetizada das propostas experimentais e estratégias procedimentais realizadas pelos grupos B, C e D	158
5.9 Análise dos diálogos e atitudes dos estudantes do grupo B, C e D durante a solução do problema e execução do procedimento experimental	163
5.10 Análise das relações dos dados obtidos experimentalmente dos grupos B, C e D com os conceitos científicos	166
5.11 Análise da sistematização coletiva do conhecimento e mediação da professora.....	169
5.12 Análise das concepções dos estudantes sobre o minicurso.....	172
5.13 Análise do relato da professora de Química sobre o impacto na aprendizagem e desenvolvimento de atitudes dos estudantes que participaram do minicurso	175
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
REFERÊNCIAS	183
APÊNDICE A – DOCUMENTOS E CRONOGRAMA	189
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1 “VISÕES SOBRE A QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO”	197
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 2 “LEVANTAMENTOS DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS”	200
APÊNDICE D – DINÂMICA DA CAIXA PRETA.....	204
APÊNDICE E – EXPERIMENTOS	206
APÊNDICE F – TEXTO UM OLHAR QUÍMICO PARA O ETANOL E LISTA DE VIDRARIAS E EQUIPAMENTOS.....	217
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIOS “PROBLEMA INVESTIGATIVO INDIVIDUAL E EM GRUPO”	222

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO 5 “CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE MINICURSO”	225
APÊNDICE I – TRANSCRIÇÕES DO PROBLEMA EXPERIMENTAL I PARA O GRUPO A.....	228
APÊNDICE J – ENTREVISTA	241

INTRODUÇÃO

Ao longo de minha trajetória escolar, integralmente cursada em escolas da Rede Pública, foi possível me deparar com uma diversidade de professores que utilizavam metodologias variadas de ensino, das quais algumas se destacaram e contribuíram significativamente para minha aprendizagem, enquanto outras serviram apenas para que eu pudesse obter notas em provas, e claro, ter a possibilidade de alcançar critérios que me conduziram à série/ano seguinte.

A escola destaca-se como um cenário de vivências positivas em minha vida, um lugar que desde criança desejei estar, mesmo não sabendo realmente o motivo de precisar estar lá. Gostava da ideia de ter aulas, de estar em contato com outras crianças e de fazer as atividades propostas. Naquela época, acredito que vários motivos me faziam querer estar neste ambiente, além de ter acesso à educação escolar, como poder estar em convívio com outras pessoas, que na grande maioria eram da mesma idade, o que possivelmente favorecia ocorrer uma interação social de maneira mais natural. A ideia da importância do estudo foi ganhando significados diferentes ao longo do tempo, mas sempre influenciada por concepções trazidas de familiares, professores e amigos.

Nas aulas do Ensino Fundamental, lembro-me que os temas abordados na disciplina de Ciências eram os que me geravam maior curiosidade, e foi um fator contribuinte para que, gradativamente, despertasse um maior interesse por assuntos científicos. Outro aspecto que vale destacar, estava no meu interesse sempre que surgia a oportunidade de participar de atividades práticas. Destaco o termo prática, como fazer pesquisas em laboratórios de informática ou biblioteca, elaborar cartazes, produzir maquetes, dentre outros. Na oitava série (9º ano), um dos primeiros temas abordados em Ciências foi modelos atômicos, e por meio de um trabalho realizado em grupo, proposto pela professora, construímos o modelo de Rutherford-Bohr, utilizando bolinhas de isopor e arame, atividade que me auxiliou na visualização sobre a constituição do átomo segundo este modelo.

Ao ingressar no Ensino Médio, pude conhecer a disciplina de Química, e essa, assim como a disciplina de Biologia me motivavam a querer aprender cada vez mais, pois os assuntos abordados eram sempre os que me despertavam interesse. Em alguns momentos, foram realizadas atividades experimentais, geralmente seguindo um roteiro em que as discussões sobre os resultados obtidos raramente ocorriam, tampouco havia

espaço para que o erro se tornasse um meio de aprendizagem. Sentia-me muitas vezes inconformada pela falta de explicações, sentimento que também se manifestava quando os exercícios solicitados eram apenas “vistos” pela professora sem maiores detalhes e correções.

No segundo ano do Ensino Médio, optei em fazer o curso de técnico em Química. Nesse momento, passei a ajudar alguns colegas, em especial uma amiga do Ensino Médio, que tinha um pouco mais de dificuldade em aprender a linguagem dessa Ciência, pois eu gostava de explicar os conceitos abordados e de auxiliá-la no desenvolvimento das atividades. No curso técnico, tive a oportunidade de me deparar com algumas professoras de Química que não mediam esforços para ensinar, e estas foram os principais exemplos que contribuíram para aumentar o meu interesse pela Licenciatura.

Ao chegar no terceiro ano do Ensino Médio, a preocupação em prestar vestibular só aumentava, e a minha certeza era de que seria em alguma área relacionada à Química. Analisando a vasta gama de profissões, ainda prevaleceu a vontade de ser professora, no entanto, a maioria dos colegas de sala e até mesmo professores, davam sugestões a desmotivar a opção pela Licenciatura, no entanto, essa foi a minha escolha.

Ao ingressar na Universidade, um universo novo estava a minha volta, sabia que seria uma nova etapa com desafios, os quais exigiriam muito estudo. Mas, como se tratava de um curso de Licenciatura, imaginava aulas detalhadas e ainda mais motivadoras para aprender Química e querer ensinar Química. No entanto, houve vários “choques” de realidade, como a grande quantidade de estudantes que não tinham conhecimento mínimo necessário de Química, Física e Matemática para conseguir acompanhar as aulas; reprovação de mais da metade da turma em disciplinas básicas; desmotivação e desistências do curso. Além disso, um maior contato com disciplinas pedagógicas foi possibilitado somente no último ano da graduação e mesmo se tratando de um curso de Licenciatura, poucos licenciandos diziam querer seguir a profissão docente na Educação Básica.

Este foi um cenário que se tornou complexo para mim, e acredito que para muitos outros estudantes. É intrigante saber que a grande maioria dos estudantes da minha turma, que estavam cursando Licenciatura em Química, dizer que não gostariam de seguir carreira docente. Penso que, principalmente pela trajetória de chegar em uma universidade sem conhecimentos básicos necessários para cursar determinadas disciplinas, seja o maior estímulo para querer entrar em uma sala de aula, e ser um contribuinte efetivo para melhoria da qualidade da educação.

Gostaria de destacar e reconhecer que tive o privilégio de vivenciar aulas com professores excelentes, extremamente didáticos, aos quais contribuíram de maneira efetiva para a minha aprendizagem e formação docente, da qual tenho imenso orgulho. Professores que tenho grande admiração, respeito e que são inspiração diária em minha função atual como professora.

Direcionando agora, especificamente para as aulas experimentais, posso dizer que conseguir ver macroscopicamente as evidências químicas, foi um dos fatores que sempre me motivou a querer compreender os conceitos envolvidos. No entanto, a grande maioria das disciplinas que envolviam estas atividades, eram permeadas por roteiros e entregas de relatórios, que visavam conduzir os experimentos para se chegar aos resultados esperados. Quando o esperado não ocorria, a frustração gerada entre nós era intensa, pois o “erro” poderia afetar nas notas. Percebo que essa “cobrança pelo acerto” possivelmente está entrelaçada entre outros aspectos, a maneira tradicional de ensino que permeamos durante a trajetória escolar e que, também não deixou de existir na graduação.

Ressalto que, uma das grandes contribuições para a minha formação, foi o envolvimento em atividades de pesquisa, ensino e extensão que participei como integrante do Programa de Educação Tutorial (PET), e que, propiciou um maior contato com as escolas da Educação Básica. Dentre as nossas ações de fazer um elo entre a universidade e as escolas, assim como a comunidade em geral, destaco a realização de experimentos, que estavam sempre contextualizados com assuntos cotidianos. Envolver a Química e oportunizar a aprendizagem de seus conceitos de formas acessíveis para as pessoas de todas as idades e escolaridades, foi um grande incentivo para eu prosseguir na área de ensino. Os experimentos foram os instrumentos pelos quais buscávamos envolver as pessoas e a Química.

Os experimentos, tanto na Educação Básica quanto na universidade, foram sempre vivenciados em um contexto tradicional de ensino. O contato com a abordagem investigativa ocorreu somente após a minha formação inicial, quando decidi conversar com meu orientador, o professor Gustavo Gibin, a respeito do meu interesse na área de fazer uma pós graduação em ensino. Dentre as linhas das pesquisas apresentadas, a que me chamou maior atenção, foram as atividades experimentais investigativas. A escrita mais detalhada do projeto e o estudo sobre a experimentação investigativa ocorreu somente após a minha inserção no mestrado.

Acredito que aprofundar os conhecimentos em desenvolver a cultura da Química, propor e realizar projetos com estudantes das escolas de Educação Básica, não somente

pode contribuir para as pesquisas nessa área, mas principalmente se configura em uma oportunidade de me tornar uma melhor educadora, buscando metodologias de ensino mais ativas. Espero contribuir para que os futuros estudantes que concluírem o Ensino Médio tenham uma formação, no qual a qualidade da educação escolar tenha sido priorizada.

Nesse sentido, intencionando analisar as implicações das atividades experimentais investigativas promovidas por meio de interações verbais para a aprendizagem de Química, estruturamos a apresentação da nossa pesquisa em seis capítulos, que contemplam a introdução e apresentação de referenciais teóricos, objetivos da pesquisa, metodologia, resultados e discussão e por fim, as considerações finais.

Procuramos no *Capítulo I*, de forma sucinta, apresentar alguns documentos oficiais em relação a disciplina de Química de forma a contextualizar e identificar aspectos relacionados a utilização das atividades experimentais. Em seguida, estabelecemos de maneira sucinta, uma reflexão acerca das principais características das abordagens tradicionais e construtivistas, para discutir suas relações e possíveis necessidades de mudanças frente às dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizagem que ocorrem no cenário educacional.

Buscamos no *Capítulo II* ressaltar as principais ideias apontadas por diferentes autores frente as atividades experimentais e as implicações de seu uso no ensino de Química. No segundo momento, apresentamos os pontos fundamentais da atividade experimental investigativa e destacamos o seu uso como um instrumento de grande potencial pedagógico.

Enfatizamos no *Capítulo III* alguns pontos chave da teoria sócio-histórica e cultural de Vygotsky visando relacioná-las com aulas experimentais investigativas, e utilizar as ideias do referencial teórico para promover um espaço que privilegie a aprendizagem nas aulas de Química.

Apresentamos no *Capítulo IV* a questão norteadora de nossa pesquisa, os objetivos propostos, o ambiente em que esta foi realizada, os participantes da investigação, o delineamento do procedimento metodológico, assim como os instrumentos de coleta e organização da análise de dados.

No *Capítulo V* destacamos as análises frente aos dados coletados durante o minicurso, buscando apontar as principais características promovidas pelas atividades experimentais com ênfase nas interações dialógicas e suas implicações para aprendizagem de conhecimentos científicos.

Por fim, no *Capítulo VI*, retomamos alguns pontos significativos elencados na pesquisa e discutidos durante a análise dos dados. Na sequência, são apresentadas as principais contribuições e implicações de nossa vivência durante a realização de atividades experimentais de caráter investigativo, promovida por interações verbais entre os estudantes e destes com a professora-pesquisadora.

CAPÍTULO 1

ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: PROPOSTAS CURRICULARES E A REALIDADE DAS AULAS DE QUÍMICA

Falar sobre o ensino e aprendizagem de Química requer inicialmente que conheçamos as principais propostas curriculares da Educação Básica frente a essa disciplina e as reais vivências nas escolas. Diante disso, procuramos de forma sucinta, apresentar algumas orientações de alguns documentos oficiais em relação a disciplina de Química, mais especificamente dos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000) e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCN+ (BRASIL, 2002; 2006), sem qualquer interesse de discutir as potencialidades ou limitações destes. Buscamos identificar aspectos relacionados a utilização das atividades experimentais. Em seguida, estabelecemos de maneira sucinta, uma reflexão acerca das principais características das abordagens tradicionais e construtivistas, para discutir suas relações e possíveis necessidades de mudanças frente as dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizagem que ocorrem no cenário educacional.

1.1 O Currículo e o Ensino de Química

Durante a vida escolar, o estudante entra diversas vezes em contato com temas que envolvem conhecimentos científicos, mas é somente durante o Ensino Médio que as Ciências da Natureza são vistas em disciplinas separadas, mais especificamente em Química, Física e Biologia. Nesse momento, é possibilitada uma relação mais íntima e detalhada dos conceitos que envolvem essas Ciências. O nosso interesse se direciona à Ciência que de maneira geral é conhecida por estudar a composição, as propriedades e transformações que envolvem a matéria, ou seja, a Química. De acordo com o PCN+ (BRASIL, 2006), a Química pode ser considerada um conhecimento estabelecido que descreve as propriedades, constituição e transformação dos materiais e substâncias.

Nardi e Almeida (2004) ressaltam que conceitos envolvendo Química, Física e Biologia, nem sempre foram interesse de ensino nas escolas, mas atualmente se destacam nos currículos escolares, devido principalmente aos avanços sociais proporcionados pelos conhecimentos científicos.

Para apresentar as atuais orientações do Currículo para o Ensino de Química e mostrar como a escola é um ambiente que apresenta reflexos políticos, econômicos, sociais e culturais, serão destacados alguns marcos históricos. Krasilchik (2000) aponta um importante marco que ocorreu nos anos 50 e 60 decorrente da Guerra Fria, em que os Estados Unidos, durante a corrida espacial, fizeram investimentos no cenário educacional, por meio da implementação de projetos de ensino de Química, Física, Biologia e Matemática para o Ensino Médio, com o objetivo de formar uma elite influenciada por políticas governamentais e cultura educacional norte-americana. Esses projetos foram a *Physical Science Study Committee – PSSC*; *Biological Science Curriculum Study – BSCS*; *Chemical Bond Approach – CBA*; e *Science Mathematics Study Group – SMSG*, desenvolvidos respectivamente nas áreas de Física, Biologia, Química e Matemática. O seu maior interesse foi identificar e incentivar jovens da escola secundária a seguir carreiras científicas. Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006) citam que muitos desses projetos destacavam a descoberta autônoma de conhecimentos científicos com foco puramente experimental.

Essa influência repercutiu de maneiras diversas devido a situação local vivenciada no cenário pós-guerra em cada país. No Brasil, havia a necessidade de avanços na industrialização, já que o país era dependente de matéria-prima e de produtos industrializados de outros países. Então, a intenção foi superar a dependência financeira, formar os estudantes e assim promover o progresso das ciências e tecnologias nacionais. A concepção se direcionava a uma Ciência neutra e os pesquisadores eram isentos de valores sobre o que estavam fazendo. A didática de ensino era voltada para aulas práticas, pois “pretendia-se desenvolver a racionalidade, a capacidade de fazer observações controladas, preparar e analisar estatísticas, respeitar a exigência de replicabilidade dos experimentos” (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

As transformações políticas continuaram a ocorrer, assim como as mudanças nas escolas, que passaram a se responsabilizar pela formação de todos os cidadãos e não mais de uma elite privilegiada. Foi implantada em 21 de dezembro de 1961 a Lei 4.024 das Diretrizes e Bases da Educação, que ampliou a participação das Ciências do curso ginásial (Ensino Fundamental) e colegial (Ensino Médio) na intenção de desenvolver o espírito crítico com o exercício do método científico. No período de 1964 a 1985, com a ditadura militar, o papel da escola foi direcionado a formar mão de obra especializada, na perspectiva do desenvolvimento econômico do país, e assim, houve uma valorização dos cursos técnicos. Foi mediante a LDB/96, que a educação escolar passou a vincular-se ao

mundo do trabalho e à prática social, dessa forma “o Ensino Médio tem a função de consolidação dos conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo” (KRASILCHIK, 2000, p. 87).

Atualmente, o currículo para o Ensino Médio é organizado em três grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Essa divisão baseia-se em reunir em uma mesma área aqueles conhecimentos que compartilham objetos de estudo e, portanto, que mais facilmente se comunicam a fim de promover a interdisciplinaridade (BRASIL, 2000).

Pode-se considerar que temas que abordam a Química se apresentam constantemente em nossas vidas, possibilitando discutir a sua importância por meio de situações cotidianas. Esse conhecimento tem possibilitado avanços em diversas áreas, o que desperta um interesse cada vez maior em interpretar os fenômenos e propiciar uma melhor qualidade de vida. Parece demasiadamente simples, mas, aulas que buscam mostrar onde a Química se encontra são essenciais para dar sentido ao estudo dessa Ciência para o estudante, pois “é inegável hoje a forte presença da ciência e da tecnologia no dia-a-dia dos cidadãos, seja por meio dos produtos que consumimos, seja por meio dos seus impactos e das suas consequências na nossa vida cotidiana” (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 9).

As visões distorcidas sobre a Química, segundo Gil-Pérez e Valdés Castro (1996) são comumente empregadas e transmitidas dentro e fora das escolas, de maneira a relacionar a ciência aos seus aspectos negativos, como na fabricação de armas químicas, nos problemas gerados pela poluição ambiental e utilização exagerada de defensivos agrícolas. Muitas vezes, essas visões são disseminadas pela mídia e até mesmo por informações incoerentes presentes em rótulos de produtos, como “*shampoo* sem Química”, assim como, a imagem do próprio cientista, comumente carregada de estereótipos, que o distancia da realidade. Essas situações acabam por gerar frustração e uma certa rejeição pela Química, conseqüentemente pelo ensino de Química, em uma sociedade que muitas vezes se encontra carente de informações confiáveis.

Diante das concepções incoerentes e mal interpretadas, Zucco (2011) afirma que a Química é responsável por exercer um papel essencial na compreensão dos fenômenos materiais e na capacidade de agir sobre elas, a fim de controlá-los ou modificá-los e que, essas transformações feitas, refletirão o melhor ou o pior de nós. O ensino de Ciências/Química para Chassot (2003) deve possibilitar aos estudantes a percepção e

desenvolver habilidades de tomada de decisões frente as utilidades e aplicações científicas a favor da qualidade de vida, assim como, as consequências negativas do mal uso do conhecimento científico. Portanto, é por meio do conhecimento, procedimentos e valores que permeiam o conhecimento científico, que os estudantes desenvolvem uma visão mais crítica a respeito de interpretação dos fenômenos e tomada de decisões. Dessa forma, é evidenciada nas propostas curriculares uma contraposição ao tradicional ensino por memorização, além de se aproximar da realidade do estudante. De acordo com o PCN+ (BRASIL, 2002):

A Química pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia, no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

Esses aspectos quando não são considerados pelos professores em suas aulas, acabam por privar esse indivíduo da oportunidade de construir elos entre os conhecimentos químicos e sua vasta importância em nosso cotidiano, o que impede a construção de sua significação, reflexão e atuação mais crítica em questões sociais e ambientais, além do desenvolvimento do raciocínio lógico. Segundo os PCNEM, “o cotidiano e as relações estabelecidas com o ambiente físico e social devem permitir dar significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia-a-dia” (BRASIL, 2000, p. 81).

Ao olhar para o Ensino de Ciências e mais especificamente para o Ensino de Química nas escolas da Educação Básica brasileiras, em muitos casos, nota-se um descontentamento tanto dos professores, que não sabem mais o que fazer para ensinar, quanto dos estudantes, que não conseguem compreender a essência da Ciência, suas relações com o ser humano e com o mundo que os cerca. Embora estejamos vivenciando e buscando cada vez mais mudanças no cenário educacional, ainda é notável que a aprendizagem de Química esteja “restrita a baixos níveis cognitivos, ensino centrado quase que exclusivamente no professor com aulas essencialmente expositivas, ausência de experimentação e a falta de relação do conteúdo com o cotidiano” (MARCONDES e PEIXOTO, 2007, p. 43).

Outro aspecto que não podemos desconsiderar é que alguns desses problemas em relação ao ensino tradicional podem ser provenientes da influência da formação inicial dos professores, que envolve cursos de licenciatura com aulas essencialmente tradicionais e com concepções ainda pautadas na racionalidade técnica. Nesse sentido, os conhecimentos químicos são ensinados da mesma maneira que em um curso de bacharelado, não se atentando sobre os motivos e a forma de ensinar Química na Educação Básica, pois a “reelaboração conceitual do conhecimento químico em conhecimento químico escolar não tem lugar nos componentes curriculares” (SILVA; SCHNETZLER, 2011, p. 120). Essas características refletem diretamente na atuação do futuro professor em salas de aula da Educação Básica, pois a não articulação entre teoria-prática tende a separar o mundo acadêmico do mundo da atuação docente. Para Zuliani e Hartwig (2009), é necessário que o professor em formação seja instigado a refletir num processo de investigação da sua própria prática, a partir da qual promove a construção e renovação de seus saberes sobre a mesma.

A dificuldade de contextualização no Ensino de Química foi evidenciada nos PCNEM (BRASIL, 2000), em uma pesquisa realizada com jovens do Ensino Médio, constatando que estes não conseguem relacionar o que é apresentado na escola com suas vidas e com a sociedade, “como se o iogurte, os produtos de higiene pessoal e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas fossem questões de outra esfera de conhecimento, divorciadas da Química que estudam na escola” (BRASIL, 2000, p. 79). Isso indica a possibilidade do conhecimento ter ocorrido apenas por intermédio da memorização de leis e fórmulas, sem que houvessem conexões com contextos que apresentam alguma proximidade ou significação.

Em meio as necessidades e as mudanças sofridas frente ao papel da Escola, os Parâmetros Curriculares Nacionais e os currículos propõem um processo de ensino no qual a aprendizagem tenha sentido para o estudante, que promova a reflexão e a construção de seu próprio conhecimento. Nessa perspectiva, a aprendizagem de Química durante o Ensino Médio deve possibilitar a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas, de modo a permitir o estudante “julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos” (BRASIL, 2002, p. 84).

As competências relatadas no PCN+ (BRASIL, 2002) que são elencadas para serem desenvolvidas no ensino de Química estão sistematizadas igualmente em três domínios que se inter-relacionam e se combinam, sendo estes a representação e comunicação; investigação e compreensão e por fim, a contextualização sociocultural. O primeiro domínio busca a compreensão de símbolos, códigos e nomenclatura utilizadas na Química, para que o estudante consiga interpretar por exemplo, os rótulos de produtos, bulas de medicamento, gráficos e informações diversas que envolvam esses conceitos. O segundo envolve a identificação das informações por meio de uma situação-problema, visando a formulação de estratégias e procedimentos para solucioná-la. O terceiro se caracteriza na compreensão do conhecimento científico entrelaçado ao processo histórico-social, ou seja, proveniente da construção humana. Cabe salientar que deve haver uma real relação entre o conhecimento químico e cotidiano, de maneira que possibilite as soluções de problemas reais ao invés de superficiais ilustrações no final de uma explicação teórica.

Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (BRASIL, 2002, p. 90).

As considerações sobre as habilidades requeridas em cada competência são apresentadas de maneira sucinta, ao dar ênfase na vertente de investigação e compreensão sobre a Química. Destacam-se os seguintes objetivos (BRASIL, 2002, p. 90):

- Desenvolvimento de estratégias para enfrentamento de situações-problema: identificar as informações ou variáveis relevantes em uma situação-problema e elaborar possíveis estratégias para equacioná-la ou resolvê-la;
- Interações, relações, funções, invariantes e transformações: identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações;
- Medidas, quantificações, grandezas e escalas: selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados;
- Modelos explicativos e representativos: reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos, sistemas naturais ou tecnológicos;

- Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas: articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

Nunes e Nunes (2007), em suas considerações sobre as Orientações Curriculares Oficiais, destacam a presença de influências construtivistas sobre o desenvolvimento de competências e habilidades do estudante do Ensino Médio. De maneira geral, pode-se constatar que somente a transmissão de conhecimentos não oportuniza a elaboração de ideias dos estudantes, havendo necessidade de promover a contextualização, investigação e interpretação de fenômenos químicos e relacioná-los com a realidade dos estudantes por meio de metodologias e/ou abordagens desenvolvidas que possam contribuir na construção do conhecimento. De maneira sucinta, observa-se que nas escolas:

[...] persiste a ideia de um número enorme de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários e anacrônicos. Dessa forma, os professores obrigam-se a “correr com a matéria”, amontoando um item após o outro na cabeça do aluno, impedindo-o de participar na construção de um entendimento fecundo sobre o mundo natural e cultural. São visivelmente divergentes o ensino de Química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em Educação Química do país vem propondo (BRASIL, 2006, p. 108)

Algumas estratégias de ação para a abordagem dos temas no Ensino de Química destacadas no PCN+ (BRASIL, 2002) evidenciam a importância das atividades experimentais, estudo do meio ao qual o estudante se insere, de maneira a deslocar o ambiente de aprendizagem para fora da sala de aula, com o uso do computador e desenvolvimento de projetos, jogos, seminários, debates e simulações. Nesse sentido, daremos ênfase as atividades experimentais, apenas por ser interesse de nosso estudo, sem desnivelar qualquer importância relacionada ao tipo de metodologia ou estratégia utilizada nas aulas de Química. O documento ainda relata que a experimentação faz parte da vida, na escola e no cotidiano e orienta que esta não deve ser realizada como atividade exclusiva de aulas de laboratório, tampouco que esta seja uma receita a ser seguida e que, muitas vezes os resultados são previamente conhecidos pelos estudantes. O ensino atual sugere a realização dessas atividades partindo de um problema ou questão a ser respondida, que possibilite a reflexão frente aos resultados obtidos:

[...] As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (BRASIL, 2002, p. 55).

Os experimentos não devem ser realizados com a intenção de confirmar as teorias apresentadas pelo professor durante as aulas, pois isso empobrece as possibilidades de aprendizagem oferecida por esse instrumento pedagógico (GIL-PEREZ et al., 2001; BORGES, 2002). Outro ponto destacado consiste na possibilidade de desenvolver o espírito investigativo dos estudantes por meio da realização de experimentos com materiais simples e de fácil acesso, que não requerem um ambiente como o laboratório, que muitas escolas não o possuem:

Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados (BRASIL, 2002, p. 106).

Nota-se uma importante relação da estratégia de realização dos experimentos com os objetivos pretendidos, e que conduzam e aproximem os estudantes de situações, procedimentos e instrumentos que permeiam uma abordagem investigativa. Os principais aspectos que devem ser considerados em qualquer uma das escolhas é a possibilidade de realizar observações, formulação de hipóteses e planejamento para solucionar situações-problemas, incluindo os materiais necessários, a análise, interpretação e conclusão frente aos dados coletados. Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular elucida que:

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. [...] ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e

na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (BRASIL, 2018, p. 551).

Pode-se notar que a BNCC busca aproximar os estudantes da dimensão investigativa da Química, onde os mesmos possam desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados dos assuntos estudados. Dessa maneira, o ensino se direciona não somente na aquisição das informações prontas, mas em aprender a buscar, produzir e analisar criticamente essas informações, e assim promover a construção do conhecimento pelos estudantes e desenvolver a autonomia.

1.2 As abordagens tradicional e construtivista de ensino

Os estudantes possuem grandes dificuldades de aprendizagem em conteúdos científicos, e isso pode gerar um certo desconforto tanto nos estudantes quanto nos professores, indicando uma preocupação visível frente a educação científica nas escolas de Ensino Básico de nosso país. Muitas dessas problemáticas ainda estão inter-relacionadas a um ensino tradicional, que ainda permeia na prática docente, embora a BNCC, os PCNs e muitas pesquisas apontarem a necessidade de superação desta abordagem. Compreender como o processo de ensino e aprendizagem ocorre em diferentes contextos é estritamente relevante para evidenciarmos as necessidades de mudanças imediatas no cenário educacional. Nesse sentido, busca-se cada vez mais propostas que coloquem o estudante como ser ativo e central ao invés de mero espectador na sala de aula.

A aprendizagem por transmissão está relacionada a passividade cognitiva com que os estudantes recebem o conteúdo, muitas vezes decorrentes de aulas expositivas, com a intenção de “saber” momentaneamente o que é apresentado. Isso significa estar diante de uma memorização a curto prazo de certas leis, fórmulas, teorias, e pode-se considerar que esse método de ensino não proporciona que a aprendizagem transcenda testes ou provas. Schnetzler e Aragão (1995, p. 27) enfatizam que “o ensino tradicional concebe que para ensinar basta saber um pouco do conteúdo específico e utilizar algumas técnicas pedagógicas”. Para Mizukami (1986), a abordagem tradicional privilegia:

[...] um ensino caracterizado por se preocupar mais com a variedade e quantidade de noções/conceitos/informações que com a formação do

pensamento reflexivo [...] é caracterizado pelo verbalismo do mestre e pela memorização do aluno [...] Evidencia-se a preocupação com a forma acabada: as tarefas de aprendizagem quase sempre são padronizadas, o que implica poder recolher-se à rotina para se conseguir a fixação de conhecimentos/conteúdos/informações” (MIZUKAMI, 1986, p. 14).

A autora ainda enfatiza que nessa forma de ensino, o professor busca dirigir a classe a um resultado almejado, por meio de uma série de perguntas que representam passos para se chegar ao objetivo proposto, e quando o estudante alcança esse resultado, indica a compreensão do que foi ensinado pelo detentor do conhecimento, o professor (MIZUKAMI, 1986).

Os estudantes não devem ser considerados como tábulas rasas em relação aos temas envolvendo Química, pois “os alunos já chegam a nossas aulas de Química com ideias preconcebidas sobre vários fenômenos e conceitos químicos, ideias em geral distintas daquelas que lhes serão ensinadas” (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995, p. 27).

Evidencia-se uma busca por medidas que estimulam o desenvolvimento da autonomia, o papel central e ativo do estudante na construção do conhecimento, que considera os saberes do cotidiano, a relação com o meio e as interações sociais, e não mais um ensino centrado única e exclusivamente no professor. São ideias pautadas no construtivismo que vêm influenciando o ensino contrapondo a tradição de apenas transmitir conhecimentos científicos prontos e ditos verdadeiros para os estudantes.

Ressalta-se que o intuito da nossa pesquisa é relatar o construtivismo em relação aos aspectos educacionais, mais especificamente as contribuições para o Ensino de Ciências/Química. Bentley¹ (1998, p. 243 citado por MATTHEWS, 2000, p. 272) aponta que “o construtivismo dialoga com a natureza da ciência”, portanto, é muito importante compreender sobre a natureza da Ciência.

Na perspectiva de Moraes (2011), o construtivismo apoia-se nas ideias de que o estudante deve ter o papel ativo na construção dos significados e as construções constantes desse conhecimento apresentam intrínseca relação com o que foi anteriormente construído. Por isso, novas aprendizagens devem considerar as aprendizagens prévias e esquemas conceituais já existentes. A integração de novos conceitos à estrutura cognitiva deve ir além da experiência pessoal, isso significa que as influências sociais, os meios de comunicação, os costumes e a cultura têm um importante

¹ BENTLEY, M.L. 1998, Constructivism as a Referent for Reforming Science Education. In M. Larochele, N. Bednarz & J. Garrison (eds.), **Constructivism and Education**, Cambridge University Press, p. 233-249.

valor nesse panorama de ensino construtivista. Nessa perspectiva, “o construtivismo é uma postura epistemológica que entende que o conhecimento se origina na interação do sujeito com a realidade, ou dessa com o sujeito, seja a realidade física, cultural ou social” (MORAES, 2011, p. 89-90).

Carvalho (1992, p. 9) também ressalta três bases para aplicar construtivismo no ensino: 1) Deve-se priorizar o estudante como construtor de seu próprio conhecimento; 2) O conhecimento é construído a partir do que já se conhece, ou seja, é contínuo; e 3) O conhecimento que se deseja ensinar deve ser iniciado a partir do que o estudante traz para a sala de aula. Por isso, o interesse por metodologias de ensino que transcendam as competências e habilidades pautadas tradicionalmente no professor e que concebem uma ciência neutra, pura, imutável para evidenciar um entendimento realista frente a construção do conhecimento científico considerando suas limitações.

Embora alguns aspectos construtivistas sejam apontados nos currículos, muitas são as indagações sobre essa vertente de ensino. Matthews (2000, p. 274) expressa que “os construtivistas normalmente procuram estudar e promover no estudante a aprendizagem e a compreensão. Isto é louvável, contanto que a compreensão seja razoável, racional e mais correto do que incorreto”. Deve-se tomar cuidado, como esclarece Moreira (2015, p. 15), com o que se entende por construtivismo no ensino, pois muitas vezes confunde-se com “método construtivista”, “aprendizagem por descoberta” ou simples “atividades manipulativas” ao invés de adotar uma postura em que o estudante seja construtor ativo de novos significados, em constante interação com o meio físico ou social. Outro aspecto importante a se considerar está na mediação desempenhada pelo professor na construção do conhecimento, uma vez que, “a escola é o lugar eleito socialmente para a construção de tipos específicos de conhecimento, e é aí que a ação docente se configura como uma atividade humana transformadora” (ROMANELLI, 1996, p. 27).

Adotar uma postura construtivista no ensino para Moraes (2011), caracteriza-se por desencadear no professor as atitudes de pesquisador, questionador e de flexibilidade. A *atitude pesquisadora* busca conhecer cada vez mais o estudante e desafiá-lo a partir do que já sabe, direcionando-o para um conhecimento que ainda não domina. A *atitude questionadora* valoriza as perguntas, buscando promover questionamentos e problemas aos estudantes que os desafiem a construir novos conhecimentos, ao invés de simplesmente informá-los. É promover um ambiente de reflexão dos estudantes que participam ativamente desse processo. A *flexibilidade* permite ao professor adaptar-se ao

processo de aprendizagem e às necessidades do aprendiz, ao invés de seguir procedimentos excessivamente rígidos. Isso não significa que não há um direcionamento, apenas possibilita mais de um caminho para ir de um ponto inicial ao ponto de chegada que se deseja alcançar, embora este último também possa ser alterado ao longo do processo.

Além dessas atitudes, Moraes (2011) também estabelece alguns modos de ação, como a mediação, utilização de problemas, interdisciplinaridade e o diálogo que são essenciais para um ensino centrado no construtivismo. A *mediação* é o conjunto de atividades propostas pelo professor que gradativamente proporcionam ao estudante novos conhecimentos que partem do que estes já sabem. O *problema* configura-se na ativação da mediação, em que o professor estrutura situações significativas para os estudantes. O termo *interdisciplinaridade* estabelece a superação de limites de uma área específica das disciplinas acadêmicas, devendo também considerar que o conteúdo, a medida que são retomados em diferentes perspectivas, promovem níveis de maior sofisticação. A valorização comunicativa tanto na forma escrita quanto oral, são fundamentais na aprendizagem, assim, o *diálogo* contribui de maneira ativa e reflexiva na construção do conhecimento, além de poder ser utilizado como uma ferramenta auxiliar no levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes.

Vale salientar que todas as abordagens e metodologias de ensino apresentam limitações, e não devem ser encaradas como guia único de aprendizagem. Embora neste texto, o destaque seja dado para a abordagem construtivista, essa vertente deve ser interpretada como uma estratégia de ensino que têm se destacado como uma possibilidade de contribuir positivamente na construção do conhecimento.

Ressalta-se que há diversas interpretações acerca de como o conhecimento é construído dentro da proposta construtivista em educação. Diante dessas possibilidades, nosso estudo se posiciona no construtivismo embasado nas principais ideias sócio-históricas e culturais de Lev Vygotsky, que serão melhor detalhadas e interpretadas no Capítulo III. Uma metodologia que pode ser proposta pelo professor nas aulas de Química dentro de um viés construtivista, pode ser estruturada intencionando a utilização da atividade experimental investigativa como instrumento de ensino e aprendizagem, pois esta permite que o estudante protagonize suas ações e que atue ativamente na construção de seu conhecimento. Dessa forma, discutiremos seus pontos fundamentais no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 2

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: SUAS IMPLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES NO ENSINO DE QUÍMICA

Discutir sobre a utilização da experimentação requer algumas considerações, principalmente sobre seus objetivos, diferentes visões e dificuldades enfrentadas para tal implementação. Esse capítulo se encontra dividido em dois tópicos. No primeiro, buscamos ressaltar as principais ideias apontadas por diferentes autores frente as atividades experimentais e as implicações de seu uso no ensino de Química. No segundo, apresentamos os pontos fundamentais da atividade experimental investigativa e destacamos o seu uso como um instrumento de grande potencial pedagógico.

2.1 Principais objetivos da experimentação no ensino de Química

O ser humano tem naturalmente curiosidade, interesse por sua própria natureza e pelo ambiente onde vive, é constantemente cercado por situações que envolvem conceitos científicos, onde as buscas por suas explicações são motivações intrínsecas de cada indivíduo. Na intenção de promover explicações sobre esses conceitos nas escolas, há diferentes metodologias e instrumentos didáticos que podem auxiliar o professor em suas aulas. Uma metodologia destacada nos currículos e interesse de investigação por diversas pesquisas é a experimentação. Para Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira, (2015) a experimentação:

[...] guarda um papel imprescindível como forma de se aprender conceitos, desenvolver a capacidade de expressar-se, pensar cientificamente e entender os modelos e as estruturas que põem em funcionamento uma das mais elaboradas formas de interpretação da natureza - o fazer ciência. (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Ao pensar no papel da experimentação no ensino deve-se considerar os reais objetivos que permeiam essa prática nas escolas. Por isso, serão apresentadas algumas dessas intenções partindo de ideias de autores, como Borges (2002); Galiazzi et al. (2001); Galiazzi e Gonçalves (2004); Rosito (2011); Araújo e Abib (2003), Barberá e Valdés (1996); Hodson (1988, 1994).

Borges (2002) no trabalho “*Novos rumos para o laboratório escolar de ciências*”, explora alguns dos principais objetivos implícitos por professores e estudantes associados as práticas experimentais no ensino de Ciências:

- Facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos;
- Ensinar habilidades práticas;
- Verificar/comprovar leis e teorias científicas;
- Ensinar o método científico.

Borges (2002) esclarece que se a atividade experimental for direcionada ao objetivo que se deseja, ela pode auxiliar na aprendizagem e ensinar habilidades práticas, no entanto, não é intuito de uma experimentação no ensino de Ciências comprovar qualquer teoria ou trazer a ideia de um método rígido na construção do conhecimento científico. A ideia de facilitar a aprendizagem ocorre quando se faz um planejamento com o que se deseja ensinar de maneira a considerar as ideias prévias dos estudantes a respeito do assunto. Ensinar habilidades práticas pode auxiliar os estudantes a construir um sistema de noções que lhes permitirão relacionar-se melhor com os objetos tecnológicos do cotidiano.

A verificação e comprovação de leis e teorias científicas consiste em um grande equívoco, se usados para estudar um aspecto específico de uma lei ou teoria e não seus fundamentos. Deve-se enfatizar que o experimento não é capaz de comprovar qualquer teoria. Isso leva o estudante a acreditar que o experimento deve mostrar resultados e regularidades previstas pela teoria. Ensinar o método científico como se fosse um algoritmo é inadequado, pois acaba reforçando a ideia de que a experimentação fornece dados puros e verdadeiros, sem interferências do observador, além do fato de não haver um único método científico que determine exatamente como produzir conhecimento científico (BORGES, 2002).

Galiazzi et al. (2001) na pesquisa “Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências”, realizada com estudantes e professores de um curso de Licenciatura em Química, mostrou que os principais objetivos apontados para se desenvolver atividades experimentais no Ensino Médio são:

- Possibilitar a aprendizagem de conceitos científicos por meio da prática;
- Auxiliar o estudante a propor hipóteses para solucionar os problemas sugeridos;

- Desenvolver raciocínio e observação;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos.

Os autores apontaram que a partir das reflexões feitas, houve uma mudança no entendimento das atividades experimentais em relação ao conceito empirista, que ainda está presente nas aulas experimentais de professores da área das Ciências. Um outro ponto observado é que a valorização da prática ainda aparece como único subsídio de construção da teoria. Contudo, a experimentação pode ser considerada como um dos instrumentos possíveis de serem utilizados para a aprendizagem de Ciências (Química, Física e Biologia) no Ensino Médio, mas não o único.

Rosito (2011) destaca dois objetivos relevantes:

- O uso de atividades práticas permite maior interação entre o professor e os estudantes, o que pode proporcionar um planejamento conjunto e usos de estratégias para compreender os processos das Ciências;
- As atividades experimentais não devem ser desvinculadas das aulas teóricas, das discussões em grupo e da forma de aprender, pois, teoria e prática devem se complementar.

Nota-se que as interações entre o professor e os próprios estudantes, assim como a necessidade de ter um vínculo entre teoria e prática são apontadas como relevantes. No entanto, vale destacar que esses objetivos são previstos quando se trabalha diante de uma abordagem a qual se permite desempenhar tais características.

Araújo e Abib (2003) realizaram uma análise em publicações de revistas nacionais no período de 1992 a 2001 sobre os principais aspectos metodológicos relacionados com as atividades experimentais, visando contribuir para o uso da experimentação no Ensino Médio. Os autores destacam dois pontos fundamentais que os cento e seis trabalhos analisados em relação a eficiência da utilização da experimentação:

- a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.
- b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.90).

Pode-se constatar que a motivação é um fator muito apreciado por diversos professores em suas aulas quando optam por atividades experimentais, mas essa condição do experimento como influenciador no comportamento e atitudes dos estudantes, segundo Gonçalves e Galiuzzi (2004), pouco tem a ver com a oportunidade de realizar experimentos,

[...] essa ideia presente no pensamento dos professores está associada a um conjunto de entendimentos empiristas de Ciência em que a motivação é resultado inerente da observação do aluno sobre o objeto de estudo. Isto é, os alunos se motivam justamente por “verem” algo que é diferente da sua vivência diária, ou seja, pelo “show” da ciência. (GONÇALVES; GALIAZZI 2004).

Gardner e Gauld² (1990, citados por HODSON, 1994, tradução nossa) apontam que "os alunos geralmente gostam quando eles trabalham no laboratório (...) nem todos de igual maneira, e até mesmo um estudante que está encantado pode encontrar alguns dos seus aspectos insatisfatórios". Hodson (1994) também destaca que esta pode ser atraente somente pela oportunidade de colocar em prática métodos de aprendizagem mais ativos e interação mais livres. Os autores Watts e Ebbutt³ (1988); Bliss⁴ (1990); Ebenezer e Zoller⁵ (1993), citados por Hodson (1994), evidenciam que os estudantes de todas as idades parecem estar interessados no desafio cognitivo, considerando que a realização da atividade não deve ser tão difícil ao nível de não ser compreendida e os objetivos devem estar claros.

Deve-se considerar relevantes as conclusões frente aos aspectos positivos das atividades experimentais indicadas, mas não pode ser desconsiderado que nesse universo sobre a experimentação, muitos resultados são desanimadores e controversos frente a sua eficácia para o ensino. Nessa perspectiva, Barberá e Valdés (1996) apontam que após analisarem mais de cem trabalhos, que as diversas pesquisas feitas sobre a prática no ensino de Ciências não mostraram resultados conclusivos, principalmente pelo fato de não haver um consenso sobre os objetivos da eficiência do trabalho laboratorial e sua contribuição específica para a educação científica.

² GARDNER, P. y GAULD, C., 1990. Labwork and students' attitudes, en Hegarty-Hazel, E. (ed.), **The Student Laboratory and the Science Curriculum**. (Routledge: Londres).

³ WATTS, M. y EBBUTT, D., 1988. Sighthformers' views of their science education, 11-16, **International Journal of ScienceEducation**, 10, pp. 211-219.

⁴ BLISS, J., 1990. Students' reactions to undergraduate science: laboratory and project work, en Hegarty-Hazel, E. (ed.), **The Student Laboratory and the Science Curriculum**. (Routledge: Londres).

⁵ EBENEZER, J.V. y ZOLLER, U., 1993. Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science, **Journal of Research in Science Teaching**, 30, pp. 175-186.

Embora o trabalho prático seja geralmente considerado inestimável no ensino de Ciências, a pesquisa parece mostrar que nem sempre é tão valioso para o aprendizado. Embora, para muitos, a educação científica permaneça incompleta sem ter obtido qualquer experiência no laboratório, não é menos verdade que o trabalho prático não é uma panacéia universal no ensino da ciência para alcançar qualquer objetivo educacional (BARBERÁ; VALDÉS, 1996, tradução nossa).

Os autores justificam os resultados negativos devido a grande complexidade e ambiguidade existente por diversos pesquisadores sobre as atividades práticas, mas consideram que estas têm um importante papel no ensino de Ciências, sendo conveniente discutir sobre o que essas atividades podem oferecer. Diante disso, Barberá e Valdés (1996) sugerem quatro objetivos, que estão destacados a seguir, que não se restringem somente a atividades práticas, mas também podem ser coerentes com outras estratégias didáticas:

1) Fornece experiência direta sobre os fenômenos, amplia os conhecimentos não formalmente expressos dos estudantes e sua confiança sobre os eventos naturais;

2) Possibilita comparar a abstração científica estabelecida com a realidade que o experimento tenta descrever – geralmente muito mais rico e complexo – enfatizando bem a condição problemática do processo de construção de conhecimento e fazendo manifestar obstáculos epistemológicos que foram necessários ser superados na história do trabalho científico e que são geralmente omitidos na exposição escolar do conhecimento científico atual;

3) Proporciona a familiarização dos estudantes com importantes elementos de natureza tecnológica, desenvolvendo sua competência técnica;

4) Desenvolve o raciocínio prático, que Brickhouse⁶ *et al.* (1993, citados por Barberá e Valdés, 1996) definem como um comportamento social inerente e interpretativo da condição humana e necessária para a práxis, um tipo de atividade em que o desenvolvimento progressivo do propósito desejado surge durante o exercício da atividade em si.

Hodson (1994) listou cinco categorias referentes aos objetivos da utilização de atividades práticas comumente apontados por professores em diversas pesquisas, sendo

⁶ BRICKHOUSE, N.W., STANLEY, W.B. y WHITSON, J.A. (1993). Practicalreasoning and scienceeducation: implications for theory and practice. **Science and Education**, 2, pp. 363-375.

elas: motivação; ensino de técnicas laboratoriais; intensificação da aprendizagem do conhecimento científico; fornecimento de ideia sobre o método científico e de sua utilização e atitudes científicas. Hodson (1994) sugere três aspectos em relação a aprendizagem que estão interligados entre si e são relevantes mediante as atividades práticas:

1) A aprendizagem da ciência para adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos e conceituais;

2) A aprendizagem sobre a natureza da ciência para desenvolver uma compreensão sobre a sua natureza e seus métodos, além da consciência das interações complexas estabelecidas entre a ciência e sociedade;

3) A prática da ciência para desenvolver conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Considerando que as atividades experimentais são a base de diversas investigações científicas, como mostrado nos trabalhos analisados por alguns autores, percebe-se que não há um consenso sobre os objetivos da experimentação e superar isso talvez seja um dos principais avanços para ampliar o emprego das atividades experimentais nas escolas. O termo superar utilizado pode ser interpretado pensando em direcionar as aulas práticas/experimentais de acordo com o que se objetiva ensinar/aprender. Diante das possibilidades e limitações apresentadas, o que se pretende evidenciar é a grande importância dada para o uso da experimentação no ensino de Química.

2.2 As visões e limitações da experimentação nas escolas

Partindo-se da ideia de que as atividades experimentais nas disciplinas de Ciências, com ênfase na Química, são evidenciadas como um recurso de extrema relevância nos currículos, assim como por educadores e pesquisadores, é possível considerar que estas podem desempenhar um papel essencial na aprendizagem, no desenvolvimento de habilidades procedimentais, de autonomia e na construção do conhecimento. Entretanto, embora apresentem benefícios pedagógicos, raramente a experimentação está presente nas escolas, e quando os experimentos são realizados, muitas vezes não ocorre a aprendizagem como esperado. Dessa forma, diversos autores

apontam as dificuldades para a realização de atividades experimentais didáticas. Os principais aspectos pontuados por Galiazzi et al. (2001); Galiazzi e Gonçalves (2004); Borges (2002) são:

i) dificuldades enfrentadas no próprio ambiente escolar que vão desde falta de recursos para compra de materiais; falta de tempo para planejar a realizar atividades experimentais; laboratório fechado e sem manutenção;

ii) deformações sobre seus objetivos, sobre a natureza da ciência, sobre o cientista, que estão presentes nas concepções de professores em exercício e em formação, apresentando visões simplistas sobre essa atividade: validação e comprovação da teoria; elemento de motivação e como meio de formar jovens cientistas.

Muitas escolas possuem laboratórios didáticos e até mesmo equipados com quantidades de materiais disponíveis permanecem de portas fechadas, sem qualquer manutenção, e quando este lugar não se encontra presente no prédio escolar, a possibilidade de realizar essas atividades é deixada de lado, até mesmo pela falta de entendimento sobre a própria experimentação e suas possibilidades de aplicação. É bastante comum nas justificativas dos professores a falta de um lugar específico para realizar atividades experimentais, sendo “um equívoco corriqueiro confundir atividades práticas com a necessidade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais, uma vez que podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados” (BORGES, 2002). É possível encontrar em materiais didáticos e artigos de revistas, inclusive *online*, diversos experimentos que podem ser adaptados com materiais simples e utilizados no nosso dia a dia. A Química Nova na Escola (SBQ, 2018) é uma publicação da Sociedade Brasileira de Química que possui uma seção de Experimentação que apresenta mais de cem artigos publicados voltados para a experimentação didática no Ensino Médio. A sala de aula, o pátio da escola, dentre outros, são lugares que não limitam que essas atividades sejam realizadas. É claro que devem ser tomadas todas as precauções e optar por experimentos que não ofereçam riscos aos estudantes.

No ensino, assim como nos currículos, a prática é muitas vezes confundida com um trabalho restrito ao trabalho de laboratório e este com a necessidade de realizar experimentos. Hodson (1988) mostra que existem diferenças entre os dois termos. O trabalho prático é um dos métodos utilizados no processo de ensino e aprendizagem; dentro dessas práticas se inserem os trabalhos de bancada, ou seja, os laboratoriais e

nestes se incluem os experimentos. A Figura 1 ilustra as relações existentes entre esses termos.

Figura 1 - Relação entre experimentos, trabalho de laboratório e trabalho prático.



Fonte: HODSON, 1988.

Isso significa que um olhar mais amplo para as atividades práticas insere, além de experimentos, a utilização de atividades com o computador, análise e interpretação de dados apresentados, elaboração de modelos, pesquisas bibliográficas, interpretação de gráficos, etc. Vale ressaltar que “qualquer método didático que requeira que o aprendiz seja ativo, mais do que passivo, está de acordo com a crença de que os indivíduos aprendem melhor pela experiência direta” (HOSDON, 1988).

Da mesma maneira, Rosito (2011) discute sobre as diferenças existentes entre os termos experiência, experimento e atividades práticas. A autora relata que o conceito de experiência é considerado polissêmico, uma vez que seu significado depende de onde ele será empregado. É muitas vezes interpretado em relação a experiência de vida, que é adquirida por um conjunto de vivências. Já o experimento direciona-se aos ensaios, na compreensão de um fenômeno físico ou químico, na intenção de testar algo.

Enquanto a atividade prática é considerada como o ato ou efeito de praticar, a autora ainda destaca a interpretação de Hodson (1988; 1994) apresentada anteriormente. As variedades de interpretações sobre as próprias definições das palavras experiência, experimento, trabalho prático, trabalho de bancada de laboratório podem gerar uma complexidade de interferências nos objetivos requeridos durante as aulas.

Outra ideia relevante acerca das aulas é a confusão que professores, estudantes, e os próprios currículos trazem sobre o papel da experimentação na Ciência e no ensino de Ciências. Para Hodson (1988), os objetivos dos experimentos na Ciência são realizados

no desenvolvimento de teorias, enquanto no ensino de Ciências existem uma série de objetivos pedagógicos. Os estudantes acabam por acreditar que as atividades práticas são utilizadas como um meio capaz de comprovar fatos e leis científicas.

Os desapontamentos frente aos resultados desanimadores desse recurso, também estão entrelaçados às interpretações incoerentes dos objetivos requeridos na aula, sobre a natureza e construção do conhecimento científico. Briccia (2013) diz que essa pode ser uma característica proveniente da ausência de ensino sobre a natureza da Ciência e da relação entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que acaba sendo consequência de um trabalho parcializado e mecânico, e que contribui para propiciar imagens inadequadas sobre a própria Ciência e seu desenvolvimento.

Uma imagem distorcida muito divulgada é a própria imagem do cientista! Constantemente vemos na mídia a imagem de um cientista gênio, “maluco”, encarcerado em um laboratório, realizando um trabalho metódico, isolado, sem criar em seu entorno relações sociais, o que promove a divulgação errônea de uma Ciência neutra, sem relações com a sociedade, além de pronta, acabada. (BRICCIA, 2013).

Muitas visões incoerentes sobre a Ciência e o trabalho científico estão interiorizadas nos próprios docentes que ministram disciplinas de Química, Física, Biologia, tanto em nível médio quanto no nível superior de ensino, e essas visões acabam se propagando dentro e fora das escolas e universidades. Gil Pérez et al. (2001) realizaram um importante trabalho: “Para uma imagem não deformada do ensino de ciências”, no qual utilizaram duas estratégias para identificar as distorções relativas ao trabalho científico na imagem proporcionada pelo ensino das Ciências:

a) *Workshops* sobre a natureza do ensino das Ciências, com o intuito de colocar grupos de docentes em situação de investigação para analisar criticamente as concepções sobre o trabalho científico. Os docentes enumeraram a título de primeira conjectura as possíveis deformações que no ensino das Ciências poderiam ocorrer por ação ou omissão.

b) Conhecer essas possíveis deformações sobre a natureza da Ciência, sobre o que é a construção do conhecimento científico e sobre o próprio trabalho científico. Por isso, foram feitas análises de vários artigos sobre educação científica/didática entre 1984 e 1998.

As deformações apontadas foram as mesmas assim como a frequência com que cada uma foi mencionada e os resultados da análise bibliográfica são coincidentes com

as conjecturas formuladas pelo grupo de professores. Essas concepções também foram destacadas por Gil-Perez et al. (2001), em sete visões distorcidas sobre a Ciência:

1) *Visão empírico-indutivista e ateórica*: realça a neutralidade e a importância da observação e da experimentação na construção do conhecimento, ignorando o papel essencial das hipóteses e das teorias existentes para a investigação científica;

2) *Visão rígida, algorítmica, exata e infalível*: apresenta o método científico como uma sequência de etapas pré-estabelecidas que devem ser realizadas de maneira rigorosa e mecânica para alcançar o conhecimento científico, sem discutir os papéis da criatividade, da dúvida, as tentativas e erros ou qualquer outra forma de se fazer Ciência;

3) *Visão aproblemática e ahistórica*: considera que o conhecimento científico é uma verdade absoluta, pronta e acabada, desconsidera os problemas, dificuldades e o momento histórico que influenciaram sua construção e evolução, assim como as limitações fornecidas pelos conhecimentos atuais;

4) *Visão exclusivamente analítica*: destaca o caráter limitado, simplificador e parcializado dos estudos científicos, sem vincular com outros campos de conhecimento e um tratamento interdisciplinar;

5) *Visão cumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos*: enfatiza a interpretação simplista e cumulativa dos conhecimentos científicos, sem mostrar as confrontações, controvérsias e os complexos processos de mudanças que fazem parte de sua construção;

6) *Visão individualista e elitista da ciência*: evidencia que os conhecimentos científicos são resultados de investigações individuais realizados por “cientistas gênios” que normalmente são do sexo masculino, desvalorizando o papel da mulher na Ciência e a importância do trabalho coletivo;

7) *Visão descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica*: propicia uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, deixando de considerar os seus interesses e as relações que existem entre CTSA e as questões éticas envolvidas.

Essas concepções se relacionam, compondo uma imagem universalizada e ingênua da ciência que passou a ser socialmente aceita. Os professores acabam por aceitar essas visões por ausência de reflexão crítica e por se pautar em uma educação científica que, com frequência, se limita a uma transmissão de conhecimentos já estabelecidos (GIL-PEREZ et al., 2001).

Gil-Perez et al. (2001) ainda destacam cinco características relevantes do trabalho científico: não existir um rígido e único método científico que supõe etapas pré-estabelecidas e infalíveis; a observação e interpretação dos fenômenos são influenciadas por ideias já existentes; o conhecimento científico não se encontra acabado, está propício a transformações e reformulações; o conhecimento científico se relaciona com outras teorias que foram em algum momento construídas; a ciência é uma construção humana no qual conhecimentos construídos coletivamente por homens e mulheres, se relacionam com aspectos sociais, políticos e históricos vivenciados em cada época.

Ao considerar essas concepções e imagens inadequadas sobre a natureza e construção do conhecimento científico nas atividades experimentais que ocorrem nas escolas, nota-se que estas sofrem reflexos diretos dessas distorções. É comum, por exemplo, em aulas experimentais de Química ser apresentado aos estudantes um roteiro experimental, de forma a seguir uma suposta “receita infalível” para se alcançar um resultado que já é esperado e que deve ser obtido sem margem para erros, o que reforça a ideia de uma ciência rígida, algorítmica, exata e infalível, além da ilusão de que o experimento é uma forma de comprovar teoria.

Araújo e Abib (2003) enfatizam que a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino. As atividades experimentais nesse contexto podem se caracterizar como uma fonte para coleta de dados, não dando relevância nas interpretações dos resultados, no aspecto investigativo e não permitem alcançar alguns objetivos educacionais do processo cognitivo, como de “conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar” (LIMA; MARCONDES, 2005, p.1).

O aspecto de “receita pronta” para Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006) que caracteriza os experimentos como simples manipulações procedimentais acaba por limitar possibilidades importantes para construir o conhecimento. O potencial educativo de qualquer atividade experimental, infelizmente não é percebido pela maioria dos professores e se baseiam em experimentos que apresentam instruções a serem devidamente seguidas. Nessa perspectiva de livro de receitas, Tamir e Rovia (1992) destacam que a experimentação apresenta pouco benefício em relação a aprendizagem, e não oferece oportunidade para os estudantes construírem conhecimento e desenvolver habilidades relacionadas aos objetivos pedagógicos.

Outro ponto que merece atenção é que nesse modelo tradicional de experimentação, o professor atua no papel de transmitir conhecimento, sem espaço para que o estudante seja ativo e protagonize sua construção. Para Hodson (1988), as visões sobre Ciências influenciam na abordagem didática do professor em salas de aulas do mesmo modo que as visões de aprendizagem irão interferir no papel do experimento ao ensinar o conhecimento científico.

Existem diversas formas de realizar os experimentos nas escolas e a opção de escolha deve estar direcionada ao objetivo pedagógico proposto em cada atividade e com as condições disponíveis, cabe ao professor decidir qual apresenta maior possibilidade de alcançar o objetivo que se almeja por meio de determinada atividade. Ressalta-se que as concepções distorcidas podem refletir nas escolhas dos objetivos incoerentes.

Rosito (2011) relata que a seleção do tipo de atividade experimental pode ser influenciada pela concepção do professor:

- ✓ Demonstrativa: direcionada para demonstrações que frisam verdades estabelecidas e definitivas;
- ✓ Empirista-indutivista: direcionada para generalizações e enfatiza a observação como fonte e função do conhecimento para aplicação de regras de um “método científico”;
- ✓ Dedutivista-racionalista: direcionada por hipóteses derivadas de uma teoria;
- ✓ Construtivista: direcionada para considerar o conhecimento prévio do estudante de maneira a envolvê-lo em problemas ou testagem de hipóteses que se inserem no seu cotidiano.

Assim como há uma variedade de objetivos e concepções acerca da experimentação, ocorre uma variedade de meios de desenvolver essa metodologia de ensino. Araújo e Abib (2003) destacam alguns dos principais tipos de atividades experimentais:

- ✓ Demonstração fechada: o professor realiza o experimento e os estudantes apenas observam os fenômenos ocorridos, é geralmente utilizada em aulas expositivas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, despertar o interesse ou relembrar os conteúdos apresentados;
- ✓ Demonstrações/Observações Abertas: consiste em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado. Apresenta maior abertura e flexibilidade para discussões que podem

permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica.

✓ *Verificação*: se intenciona “testar teorias”. Os resultados são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos são geralmente conhecidas pelos estudantes.

✓ *Investigação*: proporciona uma participação mais ativa dos estudantes ao envolver características da investigação, onde busca-se interpretar e sugerir possíveis hipóteses para resolução de um problema. As atividades de demonstrações abertas consistem em uma modalidade da atividade investigativa, desde que se propicie a participação ativa dos estudantes, manipulando os equipamentos, questionando e elaborando hipóteses.

Tamir⁷ (1977, citado por PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002) define dois tipos de trabalhos experimentais:

✓ *Verificação*: o professor identifica o problema, relaciona o trabalho com outros anteriores e conduz as demonstrações (que não estão em contexto de investigações) e fornece instruções diretas do tipo “receita a ser seguida”;

✓ *Investigação*: a atividade experimental dentro desse contexto: i) deve ser um meio que possibilite explorar as ideias dos estudantes e desenvolver a sua compreensão conceitual; ii) deve ser sustentada por uma base teórica prévia para informar e orientar na análise dos resultados; iii) deve ser delineada pelos estudantes para proporcionar um maior controle de sua própria aprendizagem e dificuldades.

Assim como encontra-se uma diversidade de objetivos, as definições e usos dos experimentos também apresentam variações. Borges (2002) diz que a organização das aulas experimentais pode ocorrer de diferentes formas e que todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos definidos. Nesse sentido, a percepção do que se deseja e do que realmente é possível alcançar com atividades experimentais no ensino são de total relevância na preparação e realização dessas aulas no ambiente escolar. Para tanto, deve-se buscar por formas de conduzir experimentos que caracterizem de maneira coerente a natureza na ciência, mostrando suas limitações, e que desmistifiquem as visões simplistas ou deformadas sobre a experimentação. Diante disso, uma possibilidade que se insere na

⁷ TAMIR, P. How are the laboratories used? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 14, n. 4, p. 311-316, 1977.

proposta construtivista consiste nas atividades experimentais investigativas, que serão detalhadas no próximo tópico.

2.3 Atividades experimentais investigativas como instrumento facilitador para aprendizagem de Química

Em busca de trilhar caminhos com um viés construtivista, que coloquem o estudante em um papel central na construção do conhecimento e que proporcionem autonomia, reflexão e discussões frente a problemáticas envolvendo conceitos científicos, optamos por destacar aspectos sobre as atividades experimentais investigativas, como uma possibilidade de amenizar as distorções de ideias sobre o fazer Ciência decorrentes do uso da experimentação no ensino de Química e possibilitar situações que contemplem a aprendizagem. Segundo Zuliani (2006), a aprendizagem por investigação deve ser considerada uma construção de habilidades e atitudes cujo desenvolvimento intelectual do indivíduo pode ser alcançado por meio dessa ferramenta de ensino. O ensino por investigação vem sendo explorado visando melhorias nas aulas de Química, pois segundo Bianchini (2011), essa metodologia possibilita conduzir situações capazes de despertar o prazer pela descoberta do conhecimento. Os pesquisadores Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008); Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) também relatam que tanto os professores quanto os estudantes que se inserem em metodologias investigativas têm vivenciado momentos em que aprender se torna um prazer e quando se estreita o elo motivação-aprendizagem, espera-se um envolvimento mais intenso e possivelmente um avanço em relação à aprendizagem conceitual. Suart e Marcondes (2009) defendem a ideia de que as atividades nessa modalidade podem promover o desenvolvimento conceitual, atitudinal e cognitivo do estudante.

Para Hodson (1988), os cursos de Ciência/Química devem possibilitar oportunidade para os estudantes se envolverem em trabalhos de investigação, pois dessa forma, seria possível chegar mais perto de fazer Ciência de verdade, este deveria ser considerado o pináculo da educação científica. Isto não se distancia do que muitos resultados de trabalhos sobre esse tema têm mostrado. Nessa perspectiva, os pesquisadores Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) estabelecem que o desenvolvimento de habilidades de propor hipóteses, observar, registrar, analisar, obter

conclusões e fazer reflexões sobre o próprio conhecimento devem ser considerados no planejamento de aulas experimentais.

A experimentação investigativa oportunizada pelo professor pode conduzir as aulas na perspectiva de propiciar aos estudantes, como elencado por Moreira⁸ (1983, citado por ZANON; FREITAS, 2005), a aprendizagem de habilidades, hábitos, técnicas e manuseio de aparelhos; aprendizagem de conceitos, relações, leis e princípios e aprendizagem da experimentação em si. Estas atividades “têm como objetivo não somente observar diretamente as evidências e manipular materiais e reagentes, como também oferecer condições para que eles possam exercer seus pensamentos sobre as coisas e fenômenos” (ZANON; FREITAS, 2005).

Nos últimos anos, muitas pesquisas envolvem atividades investigativas como estratégias de potencializar a qualidade do ensino de Ciências, com ênfase no ensino de Química. Borges (2002) relata que a estratégia de propor investigações que envolvem situações com problemas práticos mais abertos sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor é uma alternativa que vêm sendo defendida há mais de uma década e que, recentemente vêm sendo estudada e utilizada com os estudantes. O autor defende a ideia de que:

[...] um problema, diferentemente de um exercício experimental ou de um de fim de capítulo do livro-texto, é uma situação para a qual não há uma solução imediata obtida pela aplicação de uma fórmula ou algoritmo. Pode não existir uma solução conhecida por estudantes e professores ou até ocorrer que nenhuma solução exata seja possível. Para resolvê-lo, tem-se que fazer idealizações e aproximações. Diferentemente, um exercício é uma situação perturbadora ou incompleta, mas que pode ser resolvida com base no conhecimento de quem é chamado a resolvê-lo (BORGES, 2002).

Diferente do exercício que muitas vezes é resolvido por memorização de conceitos ou fórmulas já prontas, o problema segundo Borges (2002), é encarado como um desafio que não apresenta uma sequência e nem mesmo uma resposta única e exata para ser resolvido. Pozo (1998) ressalta que exercícios se baseiam em habilidades ou técnicas que são transformadas em rotinas automatizadas em consequência de uma prática contínua, limitando-se a exercitar técnicas já conhecidas e habituais para realizar tarefas. Em contrapartida, o problema de certa forma caracteriza-se como uma situação nova ou diferente do que foi aprendido, necessitando da utilização estratégica de técnicas já

⁸ MOREIRA, M. A e LEVANDOWSKI, C.E. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre, UFRGS, 1983.

conhecidas. A resolução de problemas requer além das técnicas, conhecimentos conceituais e atitudes, ou seja, deve-se colocar em ação uma ampla série de habilidades e conhecimentos. Para Carvalho (2013), estes problemas devem estar dentro da cultura do estudante, sendo interessantes, de maneira a envolvê-los na busca de soluções que permitam expor seus conhecimentos cotidianos sobre o conteúdo abordado. A autora Carvalho (2013) ainda destaca que a atividade experimental pode ser considerada investigativa quando ela não se limita na observação ou manipulação, mas permite envolver o estudante, de maneira a torná-lo mais ativo por meio de resoluções de problemas que envolvem reflexões, elaboração de hipóteses, análise de dados, relatos, discussões e explicações como ocorrem nas investigações científicas. Nesse processo, o professor se torna um mediador.

Para Hofstein e Lunetta (2003), a atividade experimental de caráter investigativo é multifacetada, uma vez que envolve características variadas como: observação, questionamentos, consultas de fonte de informações em livros e outras fontes, planejamento, coleta de dados, análise e interpretação de dados, proposição de respostas e explicações, além de envolver identificação de pressupostos, de uso de raciocínio lógico e consideração de explicações alternativas. Sugerem ainda que as experimentações investigativas oferecem oportunidades interessantes para relacionar conceitos científicos discutidos em livros e em salas de aula, mas que sozinha não é suficiente, é preciso da intervenção e negociação com o professor para o entendimento ser “cientificamente aceito”.

Suart (2008) considera que a atividade experimental privilegia a participação do estudante na construção do conhecimento, onde este deixa de ser mero espectador ou receptor de conceitos, teorias e soluções prontas, para resolver problemas que podem ser propostos pelo professor ou por ele mesmo, onde é possível elaborar hipóteses, coletar e analisar dados, propor conclusões e comunicá-las aos seus colegas de maneira que o professor é um questionador responsável por propor desafios e conduzir perguntas.

De maneira sucinta,

[...] no ensino por investigação, a tônica da resolução de problemas está na participação dos alunos e para isso, o aluno deve sair de uma postura passiva e aprender a pensar, elaborando raciocínios, verbalizando, escrevendo, trocando ideias, justificando suas ideias. Por outro lado, o professor deve conhecer bem o assunto para poder propor questões que levem o aluno a pensar, deve ter uma atitude ativa aberta, estar sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas certas, questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, e sem achar que a sua resposta é a melhor, nem a única. (AZEVEDO, 2004).

Considera-se de extrema relevância as características citadas por Azevedo (2004), que ressalta a importância da interação, verbalização e mediação do professor durante a realização da atividade investigativa. Outro ponto relevante é considerar o erro dos estudantes, de maneira a não excluí-lo do processo de construção do conhecimento.

Ao contrário de uma experimentação que segue um roteiro pré-estabelecido, e que muitas vezes induz o estudante a alcançar um resultado que já é esperado, na atividade experimental investigativa os estudantes têm total liberdade para explorar suas propostas, não se restringem a seguir um único caminho, o que pode contribuir para a ocorrência de “erros”. Nessa perspectiva, os erros merecem atenção e devem ser encarados como elemento valioso para a aprendizagem, com grande potencial pedagógico. Borges (2002) diz que quando o estudante não encontra o resultado previsto, fica desapontado com seu erro, uma vez que este pode afetar suas notas, ele racionalmente faz as correções de suas observações e dados para conseguir chegar na resposta certa. Até mesmo os professores contemplam esse raciocínio, se sentindo inseguros quando as atividades propostas não chegam nos resultados esperados e optam por não mais aplicá-las em suas aulas. Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), Oliveira (2009) e Gibin (2013) destacam que a apresentação de propostas diferentes na realização da experimentação investigativa, assim como os erros obtidos, ao serem investigados se tornam novas fontes de pesquisa, discussão e aprendizagem. Dessa forma, torna-se um contribuinte e não meio de punição para o estudante.

Gil-Pérez e Valdés Castro (1996) indicam que as atividades experimentais investigativas para serem verdadeiras não devem ser puramente experimentais, devendo interagir com outros aspectos da atividade científica que são igualmente essenciais. Para isso, os autores propõem dez aspectos que se alinham às atividades experimentais investigativas:

- 1) Apresentar situações-problema abertas ao nível de dificuldade adequada, coerentes com a área de desenvolvimento potencial, para que os estudantes possam tomar decisões;
- 2) Incentivar a reflexão sobre a importância e interesse das situações propostas, incluindo a articulação entre a CTSA;
- 3) Promover análises qualitativas e significativas que ajudem compreender as situações apresentadas;

4) Elencar a elaboração de hipóteses como elemento central da pesquisa científica, capaz de orientar o tratamento de situações e levantar as concepções prévias dos estudantes;

5) Destacar a importância da elaboração e do planejamento da atividade experimental pelos próprios estudantes e favorecer uma visão da atividade científico-técnica contemporânea;

6) Promover análises detalhadas dos resultados (interpretação física/química, confiabilidade) e relacioná-los com as hipóteses e resultados dos outros grupos de estudantes e conhecimentos disponíveis nos livros;

7) Considerar possíveis perspectivas do estudo com outros níveis de complexidade, que contemplem a interrelação da CTSA em possíveis aplicações ou repercussões negativas;

8) Realizar esforços de integração da contribuição do estudo realizado com outras áreas do conhecimento;

9) Considerar essencial a elaboração de memórias científicas que gerem reflexões acerca do trabalho realizado e possam servir de base para destacar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;

10) Reforçar a importância do trabalho coletivo na comunidade científica por meio da interação com os grupos (comunidade científica), com os conhecimentos já construídos (coletados nos livros) e o professor (especialista), na perspectiva de se obter um consenso sobre o que foi alcançado até o momento.

O professor deve ser o mediador em todo o processo, e deve proporcionar aulas que envolvam essas situações para não promover visões simplistas nas atividades. Esses apontamentos mostram que a resolução de situações-problema proporciona interações entre os grupos, considera os conhecimentos existentes, oferece liberdade para o levantamento de hipóteses, apresenta a inter-relação entre CTSA, e estes aspectos podem proporcionar melhorias na compreensão sobre a natureza da Ciência. Portanto, essas dimensões tornam a atividade experimental investigativa relevante nas aulas de Química.

As atividades investigativas podem acontecer envolvendo resolução de problemas experimentais ou não, podendo se enquadrar em aulas práticas ou teóricas de Química. Dentro dessa perspectiva, vários pesquisadores sugerem estratégias para realizá-las, dentre eles destacam-se Zuliani (2006); Carvalho (2013), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) e Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015).

Os passos destacados em uma atividade de caráter investigativo por Zuliani (2006) são os seguintes:

- a) Apresentação dos temas de interesse cotidiano e escolha do tema pelos participantes;
- b) Elaboração de um projeto de pesquisa em grupo, relacionado ao tema escolhido;
- c) Apresentação e discussão do projeto apresentado pelo grupo;
- d) Desenvolvimento da atividade proposta;
- e) Elaboração de relatório preliminar, privilegiando as observações e discussões dos resultados;
- f) Discussão do relatório elaborado;
- g) Apresentação dos resultados para os grupos de colegas e discussão de todas as atividades, em forma de painéis ou simpósios (ZULIANI, 2006).

As atividades e os problemas apresentados devem abranger assuntos cotidianos, inseridos nas vivências dos estudantes, de maneira a permitir a percepção de características sociais e políticas na construção e aplicação do conhecimento científico, além de envolver o processo da construção do conhecimento científico por meio do planejamento de um projeto, reflexão, elaboração e testes de hipóteses e consequentemente a interpretação, apresentação e debate entre os grupos acerca dos resultados obtidos. Zuliani (2006) ainda destaca que as etapas constituem-se em tarefas que colocam o aprendiz em um papel ativo envolvendo expressão, registro, discussão, habilidades motoras, realização de experimentos, planejamento e construção do conhecimento científico.

As pesquisadoras Sasseron e Carvalho (2011) defendem que por meio da experimentação investigativa é possível promover uma alfabetização científica. Desenvolver no indivíduo a capacidade de organizar de maneira lógica seu pensamento e auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca e esse pensamento do ensino de Ciências não se distânciam do que se têm buscado na aprendizagem de Química. A proposta segundo Carvalho (2013), é ampliar gradativamente a cultura científica mediante um processo simplificado do trabalho científico realizado por uma sequência de ensino investigativo (SEI) com algumas atividades-chave no problema experimental:

- a) Distribuição do material experimental e proposição de um problema contextualizado pelo professor;
- b) Resolução do problema pelos estudantes;
- c) Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos;
- d) Etapa de escrever e desenhar.

Essas etapas devem oportunizar aos estudantes utilizar os conhecimentos prévios para discutir ideias próprias com seus colegas e com seu professor, visando uma evolução do conhecimento espontâneo ao científico. Carvalho (2013) destaca que os experimentos podem ser solucionados com a ação manipulativa dos estudantes ou de maneira demonstrativa pelo professor, mas ambos devem permitir a resolução de problemas a partir de hipóteses e reflexão acerca do experimento desenvolvido, no qual devem envolver a passagem da ação manipulativa para ação intelectual.

Os autores Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) consideram que a atividade experimental investigativa se aproxima de maneira simplificada do trabalho científico, deve envolver entre os principais aspectos o planejamento de experimentos, formulação e testagem de hipóteses, argumentação frente as evidências, controle de variáveis, redação de relatório, dentre outros. Dentre as várias características de caráter investigativo, os autores basearam-se nas propostas de Volkman e Abel (2003) e Campanário e Ainda (1999), elencando seis etapas:

- a) Inicia-se com um problema ou situação problema relevante;
- b) Envolve os estudantes no planejamento do experimento para resolver o problema proposto;
- c) Favorece a coleta, registro e análise de dados pelos próprios estudantes;
- d) Encoraja os estudantes a formularem explicações a partir das evidências;
- e) Oportuniza a comparação das explicações entre os próprios estudantes e a mediação do professor;
- f) Propicia a redação do experimento desenvolvido, buscando um enfoque científico e autonomia.

Outro ponto que merece atenção está na abertura do problema experimental, responsável por delimitar o nível de desafio apresentado ao aprendiz. Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) propõem níveis de abertura dos problemas experimentais que apresentam um aumento gradativo do desafio e uma participação cada vez mais ativa do

estudante. No Quadro 1 abaixo estão representados os cinco níveis para aplicação da atividade experimental investigativa propostos:

Quadro 1 - Níveis de abertura de um experimento.

Nível	Problema	Material	Procedimento experimental	Coleta e análise de dados	Conclusão
0	Dado	Dado	Dado	Dado	Dadas
1	Dado	Dado	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto
4	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto
5	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015.

Dessa forma, destaca-se a participação do estudante em cada nível apresentado:

✓ Nível 0: Não ocorre investigação, o experimento possui uma abordagem tradicional de ensino, definido pelo professor, sem se preocupar com os conhecimentos pré-existentes do estudante, delimitando uma participação meramente manipulativa e restrita de autonomia, reflexão e escolha, onde a única opção é seguir adequadamente as instruções ‘para a receita não dar errado’;

✓ Nível 1: Permite ao estudante propor conclusões por meio de análise dos dados fornecidos pelo professor;

✓ Nível 2: Possibilita ao aprendiz realizar a coleta, análise de dados e conclusão do experimento que foi realizado pelo professor;

✓ Nível 3: Proporciona que o estudante realize a parte experimental, além da coleta, análise e conclusão da atividade;

✓ Nível 4: Oportuniza a escolha de materiais, equipamentos e reagentes para realizar o procedimento experimental desejado para responder o problema apresentado pelo professor;

✓ Nível 5: O estudante planeja e realiza toda a atividade investigativa, desde a formulação do problema experimental até sua conclusão, apenas com orientação e mediação do professor.

Nas escolas pode-se inserir gradativamente os níveis nos experimentos realizados, pois a medida que os desafios cognitivos tornam-se maiores, as habilidades atitudinais, procedimentais e conceituais exigidas também aumentam. Borges (2002) relata que essas etapas acontecem concomitantemente e se repetem, não sendo possível reconhecê-las nitidamente e nem esperar progressos rápidos em relação ao desenvolvimento da autonomia e habilidades desenvolvidas com as atividades investigativas, uma vez que pensar criticamente não é uma tarefa fácil e exige tempo. Por isso, o autor sugere que as atividades sejam inicialmente simples e progressivamente avancem para as mais complexas. Outro aspecto está em considerar o conhecimento do estudante referente ao tema abordado, caso não seja conhecido é necessário realizar pesquisas e aulas para introduzir o tema.

Os delineamentos propostos apresentados sobre a sequência investigativa não são idênticos, mas é possível notar que alguns pontos convergem: i) inicial envolvendo um tema específico; ii) levantamento de hipóteses pelos estudantes; iii) planejamento e realização do experimento; iv) coleta de dados por meio da observação das evidências; v) interpretação dos resultados; vi) apresentação e discussão dos resultados entre os grupos com a mediação do docente. Esses aspectos também são priorizados por Gil-Perez (1996):

Não se trata de olhar para os alunos como cientistas profissionais, mas sim organizar seu trabalho de forma a colocá-los como pesquisadores iniciantes, capazes de construir um conjunto de conceitos. Isto vai ao encontro aos elementos básicos das propostas sócio construtivistas, onde a aprendizagem científica deve favorecer as situações problemáticas abertas, o trabalho em grupo e a interação entre os diferentes grupos da comunidade científica, representado pelos professores, outros colegas, livros e textos. (GIL-PEREZ, 1996, tradução nossa).

A proposta das investigações não é transformar os estudantes em mini cientistas, mas de apresentar de forma adequada a Ciência/Química e a relação desses conhecimentos com o mundo que os cerca. Uma característica extremamente interessante está na valorização dos grupos para desenvolvimento da investigação, indicando um processo de construção do conhecimento científico de forma coletiva.

A abordagem investigativa segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) possibilita “que o aluno desenvolva (exercite ou coloque em ação) as três categorias de

conteúdos procedimentais (PRO⁹, 1998): habilidades de investigar, manipular e comunicar”. Outro aspecto apontado é que essas atividades promovem uma maior autonomia intelectual, colocando o estudante no papel central de sua aprendizagem e ao invés de executarem instruções do tipo receita, passem a relacionar conteúdos conceituais e procedimentais.

Essa característica possibilitada pela experimentação investigativa também está de acordo com as ideias de POZO (2009) ao estabelecer que no ensino de ciências deve abordar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O desenvolvimento de raciocínio cognitivo, de habilidades experimentais e de resolução de problemas requer que conteúdos procedimentais tenham espaço relevante no ensino de Ciências. Os estudantes devem tornar-se participantes ativos nos próprios processos de construção e apropriação do conhecimento científico, de maneira a possibilitar a superação de limitações específicas no aprendizado de técnicas e estratégias de pensamento. Destaca-se que segundo este autor, é difícil verbalizar o conhecimento procedimental, uma vez que saber fazer é diferente de saber dizer, um outro aspecto está na diferença entre a simples aplicação de técnicas (envolve a prática repetitiva) e estratégias de aprendizagem e raciocínio (envolvem planejamento e tomada de decisão nos passos que serão seguidos).

Em relação aos conteúdos atitudinais, Pozo (2009) destaca três atitudes que devem ser promovidas entre os estudantes em relação à Ciência: respeito à Ciência (compreender a Ciência como produto social e aceitar suas limitações); respeito pela aprendizagem de ciências (aprender ciência de um modo construtivo, estabelecendo significado, que tenha interesse e motivação para aprendê-la) e respeito às implicações sociais da Ciência (relacionadas a CTSA, respeito aos usos sociais das ciências e suas consequências). As atitudes como promover tolerância, cooperação, interesse pela ciência, curiosidade, autonomia e espírito investigativo devem ser reconhecidas também como objetivos pedagógicos do ensino de Ciências. Oliveira (2009) destacou algumas dessas ações como iniciativa, curiosidade, perseverança, colaboração, motivação, confiança em si, capacidade de comunicação, domínio de técnicas procedimentais, dentre outras, desenvolvidas nos estudantes ao realizarem atividades experimentais investigativas, e indicou algumas como essenciais para a formação de um cidadão consciente. Essa característica de formação social, está intimamente relacionada com o que os currículos também almejam na formação do indivíduo.

⁹ PRO, A. Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, 16 (1), 21-41, 1998.

Quando propicia-se espaço para o desenvolvimento de habilidades procedimentais e atitudinais, existe uma coerência em promover hábitos da atividade científica, anulando a ideia enganosa de um suposto “método científico”, que se opõe ao espírito de curiosidade, questionamentos e autonomia, se desvinculando das verdadeiras atitudes científicas que refletem não somente em sala de aula, mas na conduta e comportamento cotidiano do estudante (POZO, 2009).

Para Azevedo (2004), a aprendizagem de procedimentos e atitudes na realização de atividades experimentais investigativas, se torna tão importante quanto a aprendizagem de conceitos. O que também é destacado por Lewin e Lomáscolo (1998) ao relatar que as atividades investigativas favorecem a motivação, fazendo-os adquirir atitudes como a curiosidade, desejo de experimentar, duvidar de determinadas informações, confrontar resultados e apresentar mudanças tanto mudanças conceituais quanto atitudinais.

Considera-se, portanto, que os aspectos elencados por Hodson (1988) de aprender Ciência, aprender sobre a Ciência e a fazer Ciência são muito relevantes para serem envolvidos no ensino de Química. Essa premissa vai ao encontro com a proposta de Gil-Perez (1996), ao afirmar que a aprendizagem de conceitos científicos, sobre a natureza da Ciência e o fazer Ciência estão intimamente relacionadas, por isso, é necessário organizar as aulas de maneira que a percepção dos estudantes seja de uma ciência que abrange o todo e não compartimentalizada.

Em síntese, no processo investigativo, o estudante se envolve a solucionar o problema proposto de maneira que professor desempenhe o papel de mediar e estimular os grupos quando necessário, deixando os estudantes terem liberdade de escolha, execução e reflexão sobre os experimentos, a medida que estes protagonizem cada vez a construção de sua própria aprendizagem. Em decorrência de todo o processo envolvido na atividade experimental, elencamos na sequência as principais ideias trazidas por Vygotsky frente a aprendizagem, para estabelecer uma relação dos elementos sócio-históricos e culturais com o desenvolvimento da experimentação investigativa.

CAPÍTULO 3

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM QUÍMICA POR MEIO DA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY

Nesse capítulo destacamos alguns pontos chave da teoria sócio-histórica e cultural de Vygotsky, o referencial teórico empregado no trabalho, visando relacioná-las com aulas experimentais investigativas de Química. Destaca-se que a intenção não é tentar replicar qualquer processo apresentado, mas buscar promover um espaço que privilegie suas ideias em relação a aprendizagem nas aulas de Química, com foco principal nos instrumentos e símbolos, mais especificamente a linguagem, que estão presentes durante o desenvolvimento das atividades experimentais investigativas.

3.1 Elementos fundamentais da teoria sócio-histórica de Vygotsky

A abordagem sócio-histórica proposta por Vygotsky evidencia os aspectos típicos do comportamento humano e propõe hipóteses referentes à formação e ao desenvolvimento dessas características na vida do indivíduo. Nesta perspectiva, defende-se a ideia de que o ser humano se desenvolve em um meio social devido a relação com o outro, onde a cultura, caracterizada como parte da natureza humana, delinea o funcionamento psicológico do homem. Vygotsky ao privilegiar a interação social e cultural na construção do pensamento dos indivíduos, estabelece que as funções psicológicas superiores, que estão relacionadas à memória voluntária, capacidade de planejamento, imaginação, pensamento abstrato que são responsáveis por proporcionar a capacidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vivenciados, planejar ações a serem realizadas, assim como fazer previsões (REGO¹⁰, 2002, citado por OLIVEIRA, 2010). Essas funções são constituídas a partir do meio ao qual o indivíduo se insere, mediada pelos instrumentos e signos construídos culturalmente. A autora Rego (1995) estabelece que na teoria de Vygotsky,

[...] o sujeito produtor de conhecimento não é um mero receptáculo que absorve e contempla o real nem o portador de verdades oriundas de um plano

¹⁰ REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 14.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

ideal; pelo contrário, é um sujeito ativo que em sua relação com o mundo, com seu objeto de estudo, reconstrói (no seu pensamento) este mundo. O conhecimento envolve sempre um fazer, um atuar do homem (REGO, 1995).

O conhecimento pertencente aos indivíduos atribui um importante papel à linguagem, por ser considerado um processo socialmente mediado. Nesse processo, a relação existente entre a interação dos indivíduos com o meio envolve um processo mediado por signos, que são construídos culturalmente, assim, a internalização dos conceitos pelo ser humano provém da mediação existente entre o indivíduo e o outro. De maneira geral, destacam-se as cinco principais ideias de Vygotsky, com base na interpretação de Rego (1995):

1) A relação entre o indivíduo e a sociedade resulta da interação dialética do homem e seu meio sócio-cultural, em que o ser humano ao transformar o seu meio modifica a si mesmo;

2) As funções psicológicas humanas se originam por meio das relações de um indivíduo em um contexto social e cultural, isto significa que o desenvolvimento mental não é dado *a priori*, imutável, universal e passivo.

3) O cérebro, órgão principal da atividade mental e produto de uma longa evolução, caracteriza-se como um "sistema aberto", de grande plasticidade, cuja estrutura e modos de funcionamento são moldados ao longo da história da espécie e do desenvolvimento individual.

4) A relação entre os indivíduos e destes com o mundo decorre de um processo mediado por instrumentos e signos que são construídos historicamente. Considera-se a linguagem um importante signo, responsável por carregar os conceitos generalizados e elaborados pela cultura humana.

5) A análise psicológica deve ser capaz de conservar as características básicas dos processos psicológicos, exclusivamente humanos. Ao abordar a consciência humana como produto da história social, deve-se considerar as mudanças que ocorrem no desenvolvimento mental a partir do contexto social.

Os seres humanos, diferentes dos animais irracionais, são influenciados pela necessidade de se comunicar, adquirir conhecimentos, ocupar um determinado papel na sociedade, etc. Não são movidos exclusivamente por impressões imediatas e elementares, de forma que o processo de construção do conhecimento é racional e complexo, em meio a um universo de conceitos abstratos. O funcionamento psicológico é baseado na

interação dialética entre o homem e a sociedade na qual se insere, sendo construídas ao longo da história do indivíduo, e se desenvolve por meio de internalização, que para Vygotsky (1984) se baseia na transformação de um processo interpessoal em intrapessoal, cujo desenvolvimento decorre de um nível social para um nível individual.

Nota-se que a cultura tem uma relevante consideração no desenvolvimento humano, uma vez que a natureza humana se constitui entrelaçada a uma base histórica, social e cultural. A cultura é definida, ao mesmo tempo, como um produto da vida e atividade social do ser humano. Nesse sentido, Pino (2000) distingue a cultura da “vida social” e da “atividade social”, e considera a primeira como a prática social que resulta das relações sociais que caracterizam uma determinada sociedade, enquanto no segundo caso, refere-se ao trabalho social. A cultura é considerada a totalidade das produções humanas (técnicas, artísticas, científicas, tradições, instituições sociais e práticas sociais). Tudo que contrapõe ao que é dado pela natureza é, em síntese, obra do homem. Nesse sentido, a atividade social humana utiliza-se de ferramentas produzidas na sociedade para interferir em sua própria sociedade, cuja produção da cultura é característica puramente humana, que evolui e se reconstrói à medida que estabelece as relações com o mundo que o cerca.

Considera-se que o desenvolvimento do ser humano é um processo histórico que sofre modificações simultâneas de maneira dinâmica à medida que este se modifica ao alterar a sua própria natureza, como destacado por Vygotsky (1984) ao dizer que “a alteração provocada pelo homem sobre a natureza altera a própria natureza do homem”. Essas interações e intervenções estritamente relacionadas ao desenvolvimento cognitivo são possibilitadas por um processo de *mediação*, responsável por intermediar a relação entre o ser humano e o mundo.

Esse processo mediado é conduzido a partir dos instrumentos e signos construídos social, cultural e historicamente. Para Vygotsky (1984), o *instrumento* “constitui um meio pelo qual a atividade externa é dirigida para o controle e domínio da natureza”. Os instrumentos são utilizados para realizar alguma ação ou trabalho, como por exemplo, em um laboratório de Química, utiliza-se uma balança para medir determinada massa, uma pipeta volumétrica para medir um volume e um balão volumétrico para preparo de uma solução. Esse pressuposto defende o trabalho como precursor das características específicas do ser humano e a origem da sociedade, sendo por intermédio do trabalho que o homem transforma a natureza, e como parte desta, modifica a si mesmo. A maneira

como produz, utiliza e conserva os instrumentos representa o comportamento, o controle e desenvolvimento da capacidade humana, que o difere de outros animais.

Os *signos*, são considerados os instrumentos psicológicos, por regular as ações dos indivíduos e auxiliar em suas atividades internas. A invenção e utilização de signos como forma de auxiliar na resolução de problemas psicológicos, como por exemplo, lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, entre outros, é análoga a invenção e uso do instrumento, mas em um campo psicológico. Vygotsky (1984) considera que o signo age como “instrumento de atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho”.

Para Rego (1995), o signo pode consistir em um objeto, forma, fenômeno, gesto, figura ou som, que representa algo que se difere de si mesmo, substitui ou expressa ideias, eventos, situações ou objetos, como por exemplo, a cor verde no sinal de trânsito que indica prosseguir. Segundo Vygotsky (2008),

[...] todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem um meio básico para dominá-los e dirigi-los. O signo incorporado a sua estrutura como parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos, esse signo é a *palavra*, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo (VYGOTSKY, 2008, p. 70).

Peirce desenvolveu a Semiótica, que é uma ciência que envolve os processos de construção de significados (semiose) dos signos linguísticos e das linguagens (NÖTH, 2005). Essa ciência tem por objetivo estudar as linguagens humanas, bem como compreender a sua influência nas ações humanas (SANTAELLA, 2005).

Os signos podem ser classificados em três tipos: ícones, índices e símbolos (PEIRCE, 2005). Os ícones podem ser imagens ou desenhos que possuem alguma semelhança com o objeto. Na Química, um exemplo de ícone pode ser um modelo molecular físico da molécula de água. Os signos do tipo índice podem significar uma ligação física direta com o objeto. Um exemplo da Química consiste no uso do símbolo do elemento químico carbono (C) em uma aula sobre elementos químicos. Nesse contexto, é estabelecida uma conexão entre o nome do elemento químico e o índice C. Por fim, o signo do tipo simbólico é associado ao objeto por meio de uma lei ou convenção. As palavras são símbolos, pois representam as coisas que possuem significado em sua língua. Como exemplo, em uma aula de Química sobre elementos químicos, a palavra fósforo pode já se relacionar com a ideia de palitos de fósforo pelos

estudantes. O significado já é construído pelo estudante, pois a palavra permite a interpretação de palitos de fósforos ou do elemento químico fósforo (GOIS e GIORDAN, 2007).

Assim, no ensino de Química, deseja-se que os estudantes desenvolvam relações de significado adequado para os signos simbólicos, pois implica que uma relação das ideias com os signos, que é mais interessante do que as relações com signos do tipo indicial ou icônica.

Por meio da mediação de instrumentos e signos ocorre a interação entre os próprios indivíduos e a natureza, e a partir da internalização de seus significados, se dá o desenvolvimento cognitivo. Em termos educacionais, aprende-se a partir da experiência mediada, de maneira que o conhecimento histórico não necessita ser contemplado diretamente. Nesse processo, a *linguagem* assume o principal papel mediador entre o sujeito e o objeto de conhecimento. De acordo com Moreira (2015), Rego (1995), e Oliveira (1992), a linguagem é para Vygotsky, o signo mais importante, ou sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos, responsável por permitir a interação social.

A linguagem é um sistema de signos que possibilita o intercâmbio social entre indivíduos que compartilhem desse sistema de representação da realidade. Cada palavra indica significados específicos, como por exemplo a palavra "pássaro" traduz o conceito deste elemento presente na natureza, é nesse sentido que representa (ou substitui) a realidade. É justamente por fornecer significados precisos que a linguagem permite a comunicação entre os homens (REGO, 1995, p. 54).

A linguagem permite a comunicação entre as pessoas e os seus significados compartilhados culturalmente possibilita a percepção e interpretação de objetos, fatos e situações decorrentes no mundo. Pino (2000) atribui a invenção de signos, em especial, o linguístico, a possibilidade de nomear as coisas e as pessoas, compartilhar e interagir com eles, interferindo em seus comportamentos de maneira que também é por eles afetado, e se transforma a medida que desenvolve diferentes níveis de consciência a respeito da realidade social, cultural e de si mesmo.

Segundo Oliveira (1992), a linguagem para Vygotsky, apresenta basicamente duas funções: a de intercâmbio social relacionada a comunicação entre os indivíduos que propicia criar e usar a linguagem e a de pensamento generalizante responsável por generalizar as experiências, situações e objetos por meio da linguagem, organizando-os

em uma mesma categoria conceitual em que o significado é compartilhado pelos integrantes que compartilham essa linguagem. Os significados das palavras são construídos social, histórica e culturalmente, sendo compartilhados entre os indivíduos, em que o significado da palavra constitui num elo entre o pensamento e a linguagem. Para Vygotsky (1993, p. 6), “a concepção do significado das palavras como unidade simultânea do pensamento generalizante e do intercâmbio social é de um valor incalculável para o estudo do pensamento e da linguagem”. Desta forma, o pensamento não é somente a expressão de palavras, mas é por meio destas que ele passa a existir. Vygotsky (2008) estabelece que o pensamento considerado inicialmente não verbal e a fala não intelectual, e que a partir do momento em que a palavra adquire significado, a fala torna-se racional e o pensamento verbal.

Dessa forma, para internalizar signos, o ser humano tem que captar os significados já compartilhados socialmente e para ocorrer a internalização, é necessário realizar uma interação social, que pode ser considerada como a base da aprendizagem. A *interação social* é considerada essencial para a evolução dinâmica do nível interpessoal para o intrapessoal do conhecimento sócio-histórico e cultural. Garton¹¹ (1992, citado por MOREIRA, 2015) define interação social da seguinte maneira:

Uma definição de interação social implica em no mínimo duas pessoas intercambiando informações. [...] Implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes. Ou seja, a interação social supõe envolvimento ativo (embora não necessariamente no mesmo nível) de ambos os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos, como quantitativos. (GARTON, 1992, p. 11 citado por MOREIRA, 2015, p. 110).

Os seres humanos não vivem isoladamente, e na escola, por exemplo, pode-se reconhecer a interação como um importante meio para que os indivíduos sejam ativos em seu processo de aprendizagem. Vygotsky, segundo Oliveira (1992), defende a ideia de que a interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, mas não considera que o desenvolvimento e aprendizagem coincidem, embora a aprendizagem seja responsável por despertar processos internos de desenvolvimento, que só podem ocorrer quando os indivíduos interagem com outras pessoas.

¹¹ GARTON, A. F. **Social Interaction and the development of language and cognition**. Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1992.

A inter-relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem se insere na *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP), que Vygotsky (1984) caracteriza como o nível de desenvolvimento real do indivíduo – a capacidade de realizar determinada função ou solucionar algum problema sozinho – e o seu nível de desenvolvimento potencial, no qual o problema é solucionado com o auxílio de um outro indivíduo capaz de realizar tal função.

Uma situação hipotética envolvendo a ZDP nas aulas de Química, pode ser por exemplo, em um estudo sobre reações químicas. Imagine que o estudante consiga identificar os reagentes, os produtos e equacionar a reação utilizando as fórmulas químicas dos compostos envolvidos, sem a necessidade de nenhuma orientação, mas só consiga balancear essa equação com o auxílio do professor. Ao orientar o estudante nas estratégias para realizar o balanceamento, podem ser feitas perguntas sobre a utilização dessas estratégias para o próprio estudante, afim de envolvê-lo na construção do conhecimento e, para que posteriormente consiga fazer o balanceamento de forma independente. A partir do momento em que o estudante consegue fazer o balanceamento da equação química sozinho, nota-se que foi possível, por meio da mediação do professor, potencializar a aprendizagem no nível de desenvolvimento potencial, para que essa se internalize no indivíduo e se torne o nível de desenvolvimento real.

A transição em que o desenvolvimento cognitivo ocorre, está constantemente sofrendo modificações de maneira dinâmica, onde o sujeito passa a realizar de forma autônoma uma atividade que antes não conseguia concluir sem a colaboração de outra pessoa. O que demonstra que essas funções estão em processo de maturação, e que, posteriormente serão internalizadas no indivíduo. Vygotsky (1984) enfatiza que aquilo que está no nível de desenvolvimento potencial hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã. Isso destaca a importância da atividade mediadora e do papel do outro na aprendizagem.

Nessa perspectiva, um tema bastante explorado por Vygotsky se relaciona a *formação de conceitos*. Os conceitos, elaborados de maneira histórica e cultural, são sistemas de generalização e abstração que apresentam-se em categorias conceituais. De acordo com Oliveira (1992) os conceitos:

[...] são construções culturais internalizadas pelos indivíduos ao longo de seu processo de desenvolvimento. Os atributos necessários e suficientes para definir um conceito são estabelecidos por características dos elementos encontrados no mundo real, selecionados como relevantes pelos diversos grupos culturais. É o grupo cultural onde o indivíduo se desenvolve que vai lhe fornecer, pois o universo de significados que ordena o real em categorias (conceitos) nomeadas por palavras da língua desse grupo" (OLIVEIRA, 1992, p. 28).

Vygotsky (2008) enfatiza que “um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução de problemas”. Os conceitos são classificados nessa perspectiva sócio-histórica em espontâneos ou cotidianos e científicos. Enquanto os conceitos espontâneos ou cotidianos constituem-se por conhecimentos construídos a partir das experiências pessoais concretas, os científicos são abordados por meio de um ensino sistemático, como ocorre nas escolas.

Vygotsky (2008) divide a formação intelectual dos conceitos espontâneos em três fases que se subdividem em vários estágios. Esses três estágios propostos por Vygotsky, são interpretados por Moreira (2015) e Oliveira (1992) da seguinte forma:

1) Amontoados sincréticos ou agregação desorganizada: manifestam-se a partir da tentativa e erro no desenvolvimento do pensamento para solucionar o problema. Os objetos são agrupados pelos indivíduos de maneira desorganizada, sem estabelecer critérios, se apresentando de maneira subjetiva a partir de fatores perceptuais, do campo visual da criança, como a proximidade que se encontram esses objetos;

2) Pensamento por complexos: os objetos são agrupados considerando as relações concretas e factuais e não lógicas e abstratas que existem entre os objetos. Para tanto, há uma sequência de estágios complexos, *associativa* – relacionada às características comuns, como cor, forma, tamanho, etc.; *coleção* – relacionada às características complementares entre si; *cadeia*: adquire aspecto de modificações que ocorrem de maneira vaga e flutuante partindo de conexos objetos que foram anteriormente associados por uma falsa impressão de terem atributos em comum; *pseudoconceitos*: são generalizações ainda não abstratas, se caracterizando numa ponte entre os complexos e o estágio final da formação de conceitos;

3) Conceitos potenciais: isolamento de certos atributos por meio da abstração primitiva. Os verdadeiros conceitos só aparecem quando os traços abstraídos são sintetizados e a síntese resultante passa ser o principal instrumento de pensamento.

Ressalta-se que a formação desses conceitos ocorre mediante a uma combinação específica das funções mentais elementares e não por interação de associações, pois essa operação é dirigida pelo uso das palavras que ativa a atenção, abstrai determinados traços, sintetizando-os e simbolizando-os por meio de signos (VYGOTSKY, 2008). A medida que o intelecto se desenvolve, as generalizações se tornam cada vez mais elevadas, o que leva a formação de verdadeiros conceitos. O autor, acrescenta que:

[...] em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ele é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando na formação dos verdadeiros conceitos (VYGOTSKY, 2008, p. 104).

Já os *conceitos científicos*, são adquiridos por meio da educação formal, como parte de um sistema organizado de conhecimentos, que são especialmente relevantes, nas sociedades letradas, onde os indivíduos são submetidos a processos de interação e instrução. Os conhecimentos são construídos a partir da evolução da atividade intelectual do próprio pensamento do indivíduo, e não na transmissão, memorização ou qualquer outro método mecânico de tentativa de ensinar e aprender. Para Vygotsky (2008), a relação entre o conhecimento científico e o sujeito é mediada, desde o início, por algum outro conceito e são estes conhecimentos que propiciam a consciência reflexiva do indivíduo.

Ao comparar o conhecimento espontâneo com o não-espontâneo, nota-se que estes desenvolvem-se em direções contrárias que inicialmente se encontram distantes, mas que ao evoluírem se encontram, estando inter-relacionados. Nesse sentido, é necessário um maior nível desenvolvimento de conceitos cotidianos para aprender o conhecimento científico e, à medida que o nível de conhecimento científico e o controle da consciência em relação ao conceito se estabelecem, o conhecimento cotidiano também sofre reconstrução.

Para Vygotsky, o desenvolvimento dos conhecimentos espontâneos é ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente, para um nível mais elementar e concreto (VYGOTSKY, 2008). Essa peculiaridade deve-se ao fato do conhecimento cotidiano partir de uma situação concreta, enquanto que o científico, desde o início, envolve uma mediação em relação ao objeto ou fenômeno.

Moraes (2011) resume as ideias principais de Vygotsky da seguinte maneira:

- ✓ Todos os indivíduos estão imersos em um discurso cultural a partir do qual se constrói o conhecimento;
- ✓ A escola tem papel fundamental na construção dos conceitos científicos;
- ✓ Os conceitos podem apresentar-se com concepções espontâneas ou científicas;
- ✓ A mediação de alguém mais experiente, como o professor, é essencial para alcance de novos conceitos dentro da zona de desenvolvimento proximal do indivíduo;
- ✓ A medida que desenvolvem-se novos conceitos, os significados dos conhecimentos existentes são transformados, havendo uma contínua reestruturação cognitiva do estudante.

De maneira sucinta, Vygotsky teve seus estudos direcionados às mais elevadas funções mentais dos indivíduos e propôs que essas emergem de processos sociais que são internalizados por meio da interação entre os seres humanos e destes com o mundo físico. Isso ocorre de forma mediada por ferramentas social e culturalmente construídas, no qual a linguagem se caracteriza como o mais importante signo para o desenvolvimento intelectual do indivíduo, estabelecendo as construções conceituais e suas interações com o outro e destes com o mundo.

3.1.1 Atividades experimentais investigativas em um contexto de mediação e interação social

Neste estudo defendemos a ideia de que o ser humano é ativo em sua relação com o meio ao qual está inserido e a aprendizagem ocorre por meio da relação social e cultural com o outro, ocorrendo a conversão das relações sociais em funções mentais ao longo do desenvolvimento cognitivo. Considera-se a Ciência Química uma construção humana, um fenômeno de natureza social onde sua aprendizagem se insere nesse contexto (GIL PÉREZ, et al., 2001). Nessa perspectiva, busca-se articular o ensino de Química por meio de atividades experimentais investigativas, com alguns pontos chave referentes aos elementos sócio-históricos e culturais da teoria vigotskiana. A intenção não é replicar a teoria, mas estruturar aulas e criar ambientes que levam em consideração as ideias partilhadas por Vygotsky.

Ao direcionar o olhar para a escola, nota-se um cenário com elevado potencial de interação social, desde a comunicação entre os estudantes e destes com os professores,

assim como, por meio dos temas abordados aos quais envolvem problemas, informações e os valores culturais trabalhados durante as aulas. O papel da escola e do professor no ensino e aprendizagem é pronunciado nesse contexto, onde o trabalho em grupo, o papel do professor, a linguagem e os instrumentos presentes nas aulas se tornam cada vez mais importantes.

O aprendizado se inicia antes da introdução do indivíduo na escola, mas é neste ambiente que novos elementos são inseridos em seu desenvolvimento. Destaca-se a ZDP como a condição necessária para que as interações e mediações possibilitadas por meio dos diálogos e ações, contribuam para a internalização de novas informações. O ensino e aprendizagem na perspectiva de Vygotsky, elucidado por Moreira (2015), estabelece que o intercâmbio de significados, promovidos pela interação social dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz é essencial para que ocorra o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo. Nesse segmento, todos os envolvidos no ensino-aprendizagem devem ter a oportunidade de se comunicarem.

[...] o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que a realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 2008, p. 104).

Portanto, o professor deve superar a ideia de ser um simples transmissor de conhecimento e passar a desempenhar a função de mediador, e compartilhar de forma colaborativa os conhecimentos com significados socialmente aceitos e, no caso do ensino de Química, que estão pré-estabelecidos no currículo. A partir desta intervenção, o professor interfere no desenvolvimento do estudante de maneira a fornecer avanços que não ocorreriam de maneira espontânea.

Nas aulas de Química, a experimentação investigativa apresenta pontos extremamente relevantes para o ensino, como a possibilidade do indivíduo vivenciar aspectos referente a natureza do conhecimento científico, não de forma incoerente em que são apresentadas definições isoladas e acabadas. Oliveira (2010) aponta que as atividades experimentais investigativas são encaradas como “uma tarefa desafiadora, que faz novas exigências ao estudante e que, por esse motivo, estimula seu intelecto a evoluir para níveis mais elevados”.

A estrutura dessas atividades ao abordarem a natureza da Ciência e do conhecimento científico estão encarregadas de transcender os valores culturais dos conceitos estudados. Para Mortimer e Carvalho (1996), na sala de aula procura-se trabalhar a busca da construção de um conhecimento científico, que consiste em sistemas simbólicos constituídos pela cultura humana e também sistemas de linguagem, símbolos e teorias que medeiam a relação com as transformações naturais e artificiais.

Nas aulas de Química, a experimentação investigativa apresenta pontos muito relevantes para o ensino, como a prática de investigações e realização de procedimentos experimentais que buscam responder problemas que estão presentes no ambiente ao qual o estudante se encontra inserido, são ferramentas importantes para promover um processo que busca contribuir para a aprendizagem de conceitos químicos. Algumas características dessas atividades nas escolas relacionadas ao aspecto sócio-histórico são: i) problemas investigativos; ii) trabalhos coletivos; iii) papel mediador do professor; e iv) utilização de instrumentos e signos, principalmente a linguagem.

Os *problemas investigativos* devem estar relacionados com os conhecimentos que já estão internalizados no estudante, valorizando o nível real à medida que a aprendizagem das novas informações seja estimulada por meio da mediação, em nível de desenvolvimento potencial, e desafiem o estudante a internalizar essa nova informação. É por meio desses problemas e desafios mediados que o indivíduo participa ativamente da construção de seu conhecimento, elaborando e testando as propostas experimentais.

As soluções desses problemas não ocorrem de maneira isolada dentro da sala de aula, e a interação social com os demais estudantes é proporcionada por essas atividades. O *trabalho coletivo* pode se estruturar por meio de grupos formados pelos próprios estudantes, que de maneira geral, se encontram próximos em relação ao nível de desenvolvimento real, facilitando o entendimento entre eles e podendo desenvolver habilidades com orientações dos próprios colegas, permitindo que os próprios estudantes tenham ação de se refletir e agir durante a atividade.

Para utilizar a dinâmica de grupo eficazmente, dentro da teoria vigotskyana, deve-se escolher deixar os alunos trabalharem juntos quando na atividade de ensino tiver conteúdos/ou habilidades a serem discutidas, ou quando eles terão a oportunidade de trocar ideias e ajudar-se mutuamente no trabalho coletivo. É o que chamamos de atividades sociointeracionistas. Se o trabalho for pensado como somatório dos trabalhos individuais, ele poderá ter outra explicação, mas não a ZDP (CARVALHO, 2013, p. 5).

O trabalho em grupo também demonstra a importância da construção social do conhecimento científico, que não é construído sozinho. Para tanto, em uma investigação experimental, os *instrumentos* (vidrarias, equipamentos, reagentes) são manipulados pelos integrantes do grupo em um ambiente flexível, que mediam os sujeitos com o problema a ser solucionado. Assim, essas atividades não são encaradas como simples ações manipulativas, mas representam em suas ações significados que também se configuram conceitualmente.

A *linguagem*, signo mediador fundamental, presente no processo de interação verbal demais estudantes e com o professor, influencia a formação de pensamento a medida que os conceitos são constituídos e internalizados. Para Machado (2004), a linguagem constitui-se em uma ferramenta para a elaboração de pensamento químico, sendo responsável pela significação de suas representações. Os fenômenos devem ser articulados a explicações teóricas por intermédio da linguagem, abrangendo assim seu significado. É um segmento em que os conceitos espontâneos pré-existentes nos estudantes se transformam por intermédio da construção e significação das palavras em conhecimentos científicos. Destaca-se que a Química apresenta uma linguagem específica, que somente a linguagem verbal, não é suficiente para compreensão de alguns conceitos. Para Carvalho (2013), é necessário levar em consideração a necessidade de figuras, gráficos, tabelas e linguagem matemática para entender a significação de alguns conceitos químicos.

O *professor* recebe importante destaque, sendo este o responsável por organizar e proporcionar as atividades experimentais investigativas, transformando o conteúdo a ser aprendido em problemas significativos que se inserem dentro da zona de desenvolvimento potencial do aprendiz, de maneira a instigar o estudante e tornar a mediação mais efetiva. O que inicia-se na investigação, acaba por gerar questionamentos tanto da parte do estudante, quanto do professor à medida que a atividade se desenvolve, e sempre pautado nesse “intervalo” referente a ZDP do estudante que o professor se acarreta de mediar e potencializar a construção do conhecimento. A fase de argumentação científica, que pode ocorrer mediante os diálogos entre os grupos, visa apontar e debater as possíveis soluções para o problema, oportunizando uma importante etapa de mediação do professor e buscando promover uma melhor significação e compreensão dos temas abordados durante a atividade.

De maneira sucinta, pode-se estabelecer que por meio das atividades experimentais investigativas, a aula de Química propicia um espaço de cooperação que oferece grande destaque ao papel da utilização da linguagem e de instrumentos promovidos em meio a interação social, além de destacar o papel essencial do professor na mediação do desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Segundo Vygotsky, para compreender a “ação humana, tanto no plano individual quanto no social, são as ferramentas e os símbolos, os chamados mecanismos semióticos ou simbólicos que mediam a ação do sujeito sobre os objetos” (MORTIMER; CARVALHO, 1996, p. 8). Por isso, buscou-se criar um procedimento metodológico, que é apresentado no decorrer do próximo capítulo, considerando esses aspectos elencados.

CAPÍTULO 4

OBJETIVOS DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo abordaremos inicialmente a questão norteadora de nossa pesquisa e os objetivos propostos. Serão apresentados a escola, que se configura no ambiente em que este estudo foi realizado, os participantes da investigação, o delineamento do procedimento metodológico, assim como os instrumentos de coleta e a processo de análise de dados.

4.1 Objetivos e questão de pesquisa

Em meio aos grandes desafios políticos e sociais enfrentados em todo sistema educacional atual, a escola ainda possui um importante papel histórico-cultural em relação a aprendizagem de conceitos científicos dos indivíduos. É nesse ambiente que o professor precisa diariamente buscar por metodologias que privilegiem o estudante na construção de seu conhecimento.

Na tentativa de favorecer o aprender do estudante, propomos uma atividade experimental investigativa considerando a perspectiva sócio-histórica, de maneira a envolver os estudantes em atividades experimentais investigativas que articulem a natureza da ciência com os conceitos científicos apresentados nas aulas, que por sua vez, apresentam um alto nível de abstração. Entendemos que a Química constitui-se em uma Ciência, e estamos de acordo com Driver et al. (1999) ao dizer que,

[...] aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (Driver et al., 1999, p. 36).

Dessa forma, é necessário empregar propostas de ensino que elucidam as práticas científicas dentro de um contexto escolar, ou seja, a aprendizagem sobre a natureza da

Ciência desempenha um importante papel na aprendizagem de Química, uma vez que os conceitos científicos nas salas de aulas são construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza. Dessa forma, as atividades investigativas apresentam como situações problema que envolvem a elaboração e discussões dos resultados em grupo.

Elencamos a retomada de alguns pontos anteriormente apresentados para contextualizar a intenção da pesquisa:

- ✓ Busca-se atualmente por um ensino capaz de priorizar o estudante como um ser ativo em seu desenvolvimento de maneira a torná-lo crítico perante as situações cotidianas;

- ✓ Ensinar Química requer colocar o estudante perante a situações-problema que o envolva e o desafie na ZDP;

- ✓ A característica construtivista dentro da proposta por Vygotsky considera a sociedade, a cultura e o envolvimento histórico como essenciais, de maneira que *o outro* é essencial para construção do conhecimento;

- ✓ As atividades experimentais investigativas se inserem em um viés construtivista e ao inter-relacionar os conceitos de Química com o fazer científico, é possibilitado um espaço para o envolvimento da natureza do conhecimento científico.

Considerando todas as características apresentadas durante o percurso introdutório frente as atividades experimentais investigativas e as ideias gerais sobre o processo de desenvolvimento cognitivo propostos na perspectiva sócio-histórica, a intenção durante a realização da pesquisa na escola foi proporcionar aos estudantes um espaço de cooperação, envolvendo a linguagem e instrumentos em meio a interação social, com participação ativa do estudante. Um cenário onde o problema ou situação problema envolvido na experimentação investigativa promova a vivência dos principais pontos elencados por Vygotsky na ZDP. Dessa forma, estão elencados a seguir a questão de pesquisa e os principais objetivos.

4.1.1 Questão de pesquisa

De que maneira os discursos, as ações e os significados envolvidos nas interações verbais que ocorrem durante a realização de atividades experimentais investigativas nas aulas de Química podem contribuir para a construção do conhecimento científico do estudante?

4.1.2 Objetivos

O objetivo geral consiste em analisar o processo de interação social que ocorre durante o envolvimento dos estudantes na realização de atividades experimentais investigativas e suas possíveis contribuições para aprendizagem de conceitos químicos.

Como objetivos específicos destacam-se:

- ✓ Investigar o processo elaboração de propostas sugeridas pelos estudantes durante a atividade experimental investigativa;
- ✓ Verificar o desenvolvimento de ações e discursos promovidos pelas interações verbais durante a atividade experimental investigativa;
- ✓ Identificar as possíveis contribuições da atividade experimental investigativa para a construção de conceitos químicos;
- ✓ Elencar as concepções dos estudantes frente à metodologia desenvolvida.

Para alcançar esses objetivos e responder a questão de pesquisa foi proposto um minicurso envolvendo os conceitos de transformações químicas e físicas em atividades experimentais investigativas. A partir de situações problema envolvidos nessas atividades e que apresentam consonância com aspectos relacionados a realidade dos estudantes, foram promovidas interações por meio de instrumentos e da linguagem, “transcendendo a ideia de apenas observar as evidências e manipular materiais e reagentes, mas principalmente oferecer condições para que eles possam exercer seus pensamentos sobre as ‘coisas’ e fenômenos” (ZANON; FREITAS, 2005, p. 2).

4.2 Conhecendo a escola e os participantes da pesquisa

A investigação ocorreu em uma Escola Estadual de Ensino Integral localizada na cidade de Osvaldo Cruz - SP, durante o primeiro bimestre de 2018. Sua aplicação foi autorizada pela direção da escola e todos os sujeitos participantes da pesquisa tiveram acesso ao termo de consentimento e autorização assinadas pelos mesmos e por seus responsáveis. Os modelos desses documentos constam no Apêndice A1.

A escolha por aplicar a investigação nessa instituição de ensino foi decidida em conjunto com a pesquisadora e uma das supervisoras de ensino dessa região, levando em consideração a implantação do programa de Ensino Integral nessa escola, de maneira que a pesquisa também pudesse contribuir com novas perspectivas propostas na escola.

4.2.1 A Escola de Ensino Integral

A Escola Estadual de Educação Básica instalada na cidade em 1957 comportava o Ensino Fundamental - ciclo II e o Ensino Médio até o ano de 2017. A partir da resolução SE nº 52, de 02-10-2014 o Programa de Ensino Integral (PEI) foi implantado nesta unidade Escolar em 2018. Apresenta como missão assegurar i) Formação acadêmica de excelência; ii) Formação para a vida: por meio de uma sólida base de valores e princípios; iii) Formação de competências para o século XXI: por meio de processos formativos e informativos e possibilidades de atuação no mundo produtivo (SÃO PAULO, 2014a).

Os estudantes podem permanecer no máximo por um período de nove horas e trinta minutos diários nesse modelo de ensino. A escola destacada nessa pesquisa apresenta uma carga horária de oito horas diárias com aulas de cinquenta minutos e dois intervalos, o primeiro no período da manhã com duração de dez minutos e o segundo, com duração de uma hora no período vespertino. O horário de entrada é as sete horas da manhã e a saída às dezesseis horas.

A jornada diária dos estudantes foi ampliada com a intenção de disponibilizar além das aulas requeridas nos currículos nacionais, uma parte diversificada que inclui as disciplinas complementares com o intuito de aprender e desenvolver práticas que auxiliarão no seu projeto de vida.

Atualmente, a escola abrange o ensino de nível médio e possui quatro turmas que se organizam em duas 1^{as} séries, e apenas uma turma de 2^a e 3^a séries. A escola apresenta

um total de 105 estudantes matriculados, com 43 nos primeiros, 38 no segundo e 24 no terceiro ano do Ensino Médio. Esses estudantes têm contato semanal com as disciplinas de Química, mais especificamente duas aulas por semana para os primeiros e terceiros anos, e três aulas para o segundo.

A escola conta com um quadro de nove professores contratados em Regime de Dedicção Plena e Integral, que estabelece 40 horas de atuação em uma única escola. A professora de Química, formada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, também é encarregada das aulas de Física nesta instituição.

O modelo pedagógico que sustenta as ações da escola é pautado no Protagonismo Juvenil, que intenciona formar jovens autônomos, solidários e competentes, oferecendo um espaço para que os próprios estudantes busquem a realização das suas potencialidades em nível pessoal e social que são desenvolvidos por meio de um projeto de vida ao longo dos três anos do Ensino Médio. No material de apoio ao Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo, o eixo central da escola, apresentado nas Diretrizes do Programa Ensino Integral revela que “os jovens serão estimulados a compreender as exigências da sociedade contemporânea por meio da construção do conhecimento, competências e habilidades específicas que lhes proporcionarão melhores condições para desenvolver seus Projetos de Vida” (SÃO PAULO, 2014b, p. 17). O projeto de vida de maneira geral, constitui o eixo central da escola e é materializado em um documento escrito pelo estudante e constantemente revisado e orientado por um professor tutor, e pode se alterar ao longo do processo, constituindo-se no foco para convergir todas as ações educativas.

Restringindo as características desse cenário às necessidades dessa investigação, apresenta-se como são orientadas e vistas as atividades experimentais na escola de ensino integral de maneira a contextualizá-la com as ações desenvolvidas nesse estudo.

As aulas experimentais contribuem para melhoria do desempenho dos estudantes, proporcionando-lhes a oportunidade de manipular materiais e equipamentos especializados no ambiente de laboratório, comparar, estabelecer relações, ler e interpretar gráficos, construir tabelas, entre outras habilidades, e dessa forma, construir seu conhecimento a partir da investigação com práticas eficientes. (SÃO PAULO, 2014b, p. 32).

Esses experimentos são descritos permeando a atividade experimental investigativa e visam a contribuição e fortalecimento do desenvolvimento de competências e habilidades previstas na BNCC (BRASIL, 2018), como formular

hipóteses, elaborar procedimentos, conduzir investigações, formular explicações, apresentar e defender argumentos científicos. A realização de atividades apenas ilustrativas dos fenômenos que são estudados nas aulas teóricas não está de acordo com o que propõe esse modelo de ensino. Os experimentos devem fazer parte tanto das disciplinas da Base Nacional Comum quanto da parte diversificada.

Dessa forma, busca-se ter os estudantes como protagonistas na prática de investigação, permitindo que esses desenvolvam (SÃO PAULO, 2014b, p. 33):

- Interesse pelas Ciências e motivação para o estudo;
- Capacidade de observação e registro de informações;
- Capacidade de analisar dados e propor hipóteses;
- Domínio de conceitos científicos;
- Capacidade de detectar erros conceituais;
- Compreensão da natureza da ciência e do papel do cientista em uma investigação;
- Capacidade de estabelecer relação entre ciência, tecnologia e sociedade;
- Habilidades manipulativas;
- Capacidade de trabalhar em grupo;
- Iniciativa pessoal e a capacidade de tomar decisões;
- Criatividade.

Note que mesmo que a motivação causada pela experimentação seja motivo de debate na literatura, ela é apresentada neste documento como um importante aspecto elencado no desenvolvimento dessas atividades em sala de aula. De maneira geral, a escola busca por intermédio dessas práticas “superar a abordagem curricular que privilegia o papel do professor como transmissor do conhecimento e do aluno como mero receptor”. Consolidando a atuação do professor como mediador do conhecimento e o estudante ativo na construção de seus conhecimentos e aprendizagens (SÃO PAULO, 2014b).

4.2.2 Participantes da pesquisa

Os sujeitos participantes da pesquisa foram quatorze estudantes regularmente matriculados na segunda série do Ensino Médio (EM) que se disponibilizaram a fazer o minicurso oferecido. No entanto, no dia da aplicação da primeira atividade experimental investigava estavam presentes somente doze estudantes. Inicialmente a pesquisadora foi na sala de aula da 2º série do EM, contendo um total de 38 estudantes para divulgar o minicurso e conscientizá-los da participação voluntária em uma pesquisa. Foram oferecidas vinte vagas, preenchidas com certa dificuldade, uma vez que no primeiro momento poucos estudantes demonstraram interesse.

Para optar em fazer a inscrição, surgiram algumas perguntas, dentro das quais as mais pronunciadas pelos estudantes envolviam grande preocupação na possibilidade de haver cálculos e o interesse pelas aulas práticas durante esse minicurso. Os cálculos eram um fator considerado negativo pelos estudantes para fazer a inscrição e as aulas práticas um fator positivo.

Foi possível observar um descontentamento pela matemática e um interesse por aulas experimentais por alguns estudantes, que possivelmente interferiu na decisão de participar do minicurso. Das vinte inscrições realizadas, somente quatorze participaram efetivamente do minicurso, sendo doze do sexo feminino e dois do sexo masculino. A média de idade desses estudantes foi de 16 anos.

4.3 Metodologia

A Pesquisa Social tem como objeto de estudo o ser humano, que pensa, fala e sente. Por isso, para compreendê-lo devem ser consideradas essas características e ter instrumentos capazes de fornecer resultados precisos. Buscou-se verificar as interações que ocorrem por meio das ações e linguagem promovidas durante a elaboração e testagem de propostas para solução de problemas experimentais envolvendo conceitos Químicos presentes no cotidiano. Para Bogdan e Biklen (1994) a pesquisa qualitativa prioriza o processo pelo qual as pessoas constroem significados ao invés de se concentrar somente nos resultados, pois o objetivo é “a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação” mediante a situação ao qual se encontram. Dessa forma, a pesquisa foi elaborada de forma a obter dados qualitativos.

4.3.1 Desenvolvimento das atividades

Por meio do minicurso intitulado “Um olhar químico para o etanol”, que abordou como principal assunto as transformações químicas e físicas. Os participantes da pesquisa foram estudantes da 2ª série do EM, por decisão dos pesquisadores e professores da escola, que consideraram a maturidade e a possibilidade de contribuição de retomar conceitos que talvez não tivessem sido internalizados por esses estudantes e que, auxiliariam estes durante as aulas de química. A escolha não foi impedimento para o desenvolvimento da proposta da investigação, mas, um fator relevante para a pesquisa, que será detalhado nas análises dos dados. A ênfase foi dada às transformações que ocorrem na natureza e em sistemas produtivos, em especial, a obtenção do etanol proveniente do caldo de cana. A seleção do tema levou em consideração a produção sucroalcooleira presente na região, de maneira a desenvolver uma contextualização em consonância com a região em que os estudantes moram.

Optou-se em realizar a pesquisa dentro da escola durante o tempo de permanência desses estudantes, devido a estes ficarem em período integral e terem indisponibilidade de outros horários. Essas aulas foram cedidas principalmente pelas professoras de Química e Práticas de Ciências. Uma vez que se quer identificar a aplicabilidade e respostas dentro do ambiente “real” para a metodologia proposta, realizar a atividade durante o período das aulas pode ser fator contribuinte para a pesquisa. Ressalta-se que durante todo o desenvolvimento da pesquisa, que foi realizada em estrutura de aulas, ficaram presentes apenas os estudantes participantes e a professora pesquisadora, por isso, nos dados que serão apresentados, a palavra professora refere-se a pesquisadora.

O minicurso foi desenvolvido em um total de 30 horas e foi realizado em momentos que se subdividiram durante as aulas disponibilizadas (Apêndice A2). O Quadro 2 apresenta as informações sobre o minicurso.

Quadro 2 - Momentos propostos na pesquisa.

Momentos	Atividades desenvolvidas
1	Conhecer as visões e os conhecimentos já existentes no sujeito participante em relação à Química.
2	Introdução a construção do pensamento científico a partir da dinâmica da caixa.
3	Conhecendo conteúdos conceituais e técnicas experimentais.
4	Realização das atividades experimentais investigativas.
5	Estruturação coletiva do conhecimento e mediação da professora/pesquisadora.
6	Avaliação do minicurso pelos estudantes.
7	Impacto do minicurso na avaliação da professora.

Fonte: Autoria própria.

A seguir, serão detalhadas as atividades realizadas em cada momento do minicurso.

✓ *Primeiro Momento: Conhecer as visões e os conhecimentos já existentes no sujeito participante em relação à Química*

Inicialmente foi aplicado um questionário, que se encontra no Apêndice B, com questões abertas e a intenção de identificar como os estudantes caracterizam e se identificam com as aulas de Química, assim como suas vivências e visões sobre experimentação. Considera-se essa uma pequena possibilidade de conhecer o outro em relação ao contexto investigado, que se enquadra dentro de um viés qualitativo.

Introduzir as aulas em nossa pesquisa de acordo com o conhecimento que o estudante já possui é extremamente relevante. Ausubel et al. (1980) em seus estudos sobre aprendizagem, elucida que utilizar estes conhecimentos prévios como pontes em relação ao novo conhecimento pode vir a ocorrer uma aprendizagem significativa, havendo integração dessa nova informação em sua estrutura cognitiva e não simplesmente de maneira aleatória e mecânica. Na interpretação de Pozo (1988), os conhecimentos prévios são aqueles que cada sujeito possui e que adquiriu ao longo da vida na interação com o mundo que o cerca e na escola.

Nesse sentido, foi aplicado o segundo questionário, Apêndice C, para investigar seus conhecimentos sobre fenômenos químicos, físicos, misturas e métodos de separação

de misturas, para assim, nortear os conceitos a serem abordados nas aulas necessários para o desenvolvimento da atividade experimental investigativa.

Após a entrega dos questionários, por meio de um diálogo informal entre os estudantes e a professora-pesquisadora, pode-se expressar a respeito das aulas de Química a importância desta na nossa vida e sociedade. Essa conversa, em forma de *feedback* foi uma estratégia visando auxiliar a interpretação dos questionários, em virtude de alguns estudantes se expressarem melhor verbalmente do que na escrita, além de ser neste caso, uma tentativa de iniciar uma interação com a professora, já que ambos estavam se conhecendo.

✓ *Segundo momento: Introdução a construção do pensamento científico a partir da dinâmica da caixa*

Nesse momento, buscou-se introduzir por meio de um diálogo inicial com o uso de slides com tópicos que ressaltaram o papel da Ciência e dos cientistas e de como o conhecimento científico é construído pelos cientistas. Em seguida, para entender o “fazer Ciência”, foi aplicada a dinâmica da caixa, Apêndice D, adaptada da proposta apresentada por Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), que diante do trabalho realizado em grupo, buscou levantar hipóteses na tentativa de solucionar o problema, que consiste em desvendar quais são os objetos que estão dentro da caixa por meio de algumas evidências de som, massa, movimento etc., sem poder abri-las.

As cinco etapas que constituíram o desenvolvimento da atividade foram:

- Formação de grupos: Organizaram-se os estudantes em quatro grupos, dois contendo 4 integrantes e os outros dois contendo 3 integrantes. A separação dos grupos ocorreu por afinidade e por escolha dos mesmos, não foram estipulados critérios a esse respeito.

- Apresentação da investigação e orientação da dinâmica pela professora: Foi proposto o desafio de formular hipóteses na intenção de descobrir o que havia dentro da caixa. Alguns pontos foram destacados: a caixa contendo os três objetos não poderia ser aberta, a investigação deveria envolver apenas as evidências, como som, massa, movimentos, etc. Dos seis objetos entregues, apenas três estavam dentro da caixa e não haviam objetos repetidos.

- Entrega dos materiais e ficha de evidências: Cada grupo recebeu duas caixas: uma fechada contendo três objetos para serem identificados e outra vazia idêntica a outra,

além de cinco objetos (arruela, clipe, bolinha de gude, bolinha de isopor, lápis sextavado, lápis redondo), para serem testados na caixa vazia na busca de evidências, como som, massa, movimento, etc. Esses objetos eram diferentes para cada grupo, pois como estavam próximos, poderiam ser influenciados por outro grupo. A ficha, que se encontra no Apêndice D, foi apenas um direcionamento para os estudantes registrarem as evidências e as propostas sugeridas pelo grupo.

- Desenvolvimento da dinâmica: os estudantes realizaram os testes anotando na ficha as evidências e as propostas sugeridas. Os grupos realizaram essa etapa sem interferência da professora.

- Apresentação das evidências para a sala e contextualização com a Química: Os grupos apresentaram para toda a turma as suas propostas e as evidências que os levaram a escolhas de cada um dos objetos. A medida que os relatos foram sendo apresentados, a professora, mediante diálogos com os estudantes foi contextualizando a atividade na tentativa de propiciar uma visão mais adequada sobre a Ciência/Química e sobre os cientistas, uma vez que os estereótipos de cientistas normalmente são bem distantes da realidade, além de evidenciar a Química como uma Ciência, apontando algumas de suas contribuições ao longo dos anos e sua presença no dia a dia.

✓ *Terceiro momento: Conhecendo conteúdos conceituais e técnicas experimentais*

Para tornar possível a realização das atividades investigativas necessita-se que os estudantes tenham acesso aos conhecimentos referentes aos conteúdos conceituais, que incluem os conceitos químicos envolvidos e procedimentais, como a manipulação de vidrarias, equipamentos, técnicas e reagentes necessários para que a resolução do problema apresentado (GIL-PEREZ e CASTRO, 1996). Essas atividades preparatórias foram realizadas por meio de aulas expositivas e dialogadas com apresentação de definições referentes aos conceitos e realização de atividades experimentais que envolviam os conteúdos abordados, buscando propiciar o acesso e utilização de vidrarias, materiais e técnicas.

Os conteúdos discutidos durante as aulas foram: propriedades físicas e químicas da matéria, substâncias puras e misturas e transformações químicas e físicas. Após cada conteúdo apresentado na aula, foi proposta a realização de experimentos, que se encontram no Apêndice E, com o objetivo desenvolver nos estudantes a compreensão

sobre técnicas de separação de misturas, envolvendo as propriedades físicas e químicas das substâncias e as transformações químicas.

Após a realização de cada experimento, os resultados foram discutidos com toda a turma e com a professora, os estudantes puderam elencar suas observações e também relacioná-los com os conceitos envolvidos. Em nenhum momento, esses experimentos foram utilizados para promover uma visão distorcida da Ciência, como o de provar a teoria (GIL-PEREZ et al., 2001; BORGES, 2002), mas, com a intenção de envolver os conceitos químicos e desenvolver habilidades técnicas necessárias para o posterior envolvimento na abordagem investigativa.

✓ *Quarto momento: Atividades experimentais investigativas*

As investigações experimentais tiveram como tema central o etanol, articulando desta forma, as situações problema com as técnicas de obtenção, separação e testes qualitativos de identificação do etanol, as quais envolveram transformações químicas, físicas e propriedades das substâncias. Os problemas envolvidos respectivamente nas investigações foram: i) Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana? ii) Como podemos separar o etanol produzido a partir do caldo de cana fermentado? iii) Como podemos identificar se a substância obtida no processo de destilação do caldo de cana fermentado é realmente o etanol? As atividades investigativas seguiram o nível 04, proposto por Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), como apresentado no Quadro 1 do segundo capítulo, esse nível investigativo oportuniza a escolha dos materiais e o procedimento experimental desejado pelos próprios estudantes para responder o problema apresentado pela professora. No entanto, nesse trabalho só discutiremos os resultados obtidos na produção do etanol, devido a extensão e por ser esse o primeiro experimento investigativo realizado pelos estudantes.

Cada problema foi apresentado separadamente, e os estudantes tiveram acesso a um texto contextualizando o tema e uma ficha (Apêndice F1 e F2), contendo alguns equipamentos e vidrarias, para auxiliar principalmente nos nomes e nas funções das mesmas, uma vez que estes não apresentavam intimidade com sua utilização.

As atividades investigativas foram realizadas em quatro etapas cada uma, proposta pela pesquisadora, cujas características estão representadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Características referentes a cada etapa do desenvolvimento da atividade experimental.

Etapas	Objetivos	Características
1	Elaborar proposta experimental e estratégia procedimental (Etapa individual)	Elaboração de proposta experimental e estratégia procedimental sugeridas individualmente. Essa etapa permite o estudante pensar individualmente sobre o problema.
2	Elaborar proposta e estratégia procedimental com interação social (Etapa em grupo)	Envolve o mesmo levantamento anterior, mas é realizado em grupo, para oportunizar a interação entre os estudantes na solução do problema. Os estudantes podem livremente conduzir o diálogo e realizar as proposições.
3	Desenvolvimento procedimental por meio da interação social (Etapa em grupo)	Os grupos escolhem os materiais e reagentes e realizam o procedimento experimental referente a proposta experimental sugerida. São desenvolvidas ações para promover o diálogo entre os estudantes.
4	Registrar e analisar as evidências (Etapa em grupo)	Procurar evidências referentes as observações macroscópicas, classificação do processo e representações simbólicas, por meio da análise dos dados, registrados por escrito os resultados por meio de questões pré-determinadas.

Fonte: Autoria própria.

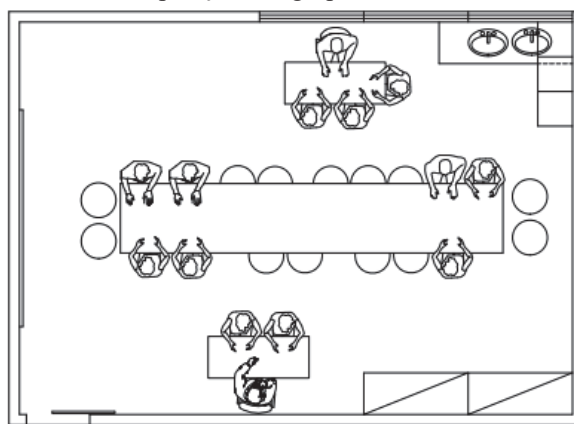
Neste momento, destacam-se alguns passos da experimentação investigativa que ocorreram por meio de interações sociais, que integraram a linguagem oral e escrita: i) apresentação do problema inicial aos estudantes pela professora, envolvendo um tema específico; ii) elaboração de propostas por meio de interação social para solucionar o problema pelos estudantes; iii) planejamento e realização de testes experimentais das propostas sugeridas, com liberdade de escolha de materiais e procedimentos experimentais; iv) registros dos dados coletados e análise das evidências observadas nos experimentos realizados. A etapa v, que envolve a apresentação dos resultados e conclusões da atividade com mediação da professora, foi realizada no momento seguinte. Ressalta-se que a atividade foi estruturada, após um estudo sobre os principais pontos das atividades experimentais, elencados por Gil-Pérez e Valdés Castro (1996); Gil-Pérez et al. (2001); Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010); Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015); Zuliani (2006); Carvalho (2013), de maneira que os estudantes pudessem ter liberdade de exercer além da observação de evidências, manipulação de materiais, os pensamentos sobre os fenômenos e conceitos envolvidos.

Os grupos foram separados por afinidade, de forma que os quatorze participantes se organizaram em quatro grupos: dois grupos com 3 integrantes e os outros dois contendo

4 integrantes. As etapas 1 e 2 foram realizadas na sala de aula e as demais no laboratório. No entanto, as atividades experimentais propostas não necessitam ser realizadas em um espaço físico próprio como o laboratório, pode-se fazê-las em outros lugares, como as salas de aulas ou pátios das escolas e com materiais de fácil acesso. Ressalta-se que, nas investigações dessa atividade, foram feitas adaptações experimentais, de maneira a tornar viável o processo. Os questionários frente à essa etapa se encontram no Apêndice G.

No laboratório, os quatro grupos, nomeados respectivamente de A, B, C e D ficaram dispostos como representado na Figura 2.

Figura 2 – Laboratório de Química e disposição dos grupos.



Fonte: Autoria própria.

As etapas 1, 2 e 4 foram relatadas por escrito, em questionários e as etapas 2, 3 e 4 gravadas, com o auxílio de um dispositivo de áudio. O problema foi apresentado como um elemento mediador entre o sujeito e os conhecimentos químicos. As etapas com a interação verbal entre os estudantes tiveram os áudios gravados para identificar os discursos e as ações dos estudantes no desenvolvimento das atividades experimentais investigativas. Nessa etapa, a professora fez anotações frente as ações dos estudantes, a interação com os demais integrantes do grupo, com os experimentos e com o problema central da atividade, não intervindo no desenvolvimento e na interação entre os estudantes e o problema proposto.

Após essa atividade, foi realizada uma entrevista semiestruturada com os grupos separadamente para melhor interpretar suas respostas frente aos questionários e discursos gravados durante as atividades. As entrevistas seguiram os seguintes tópicos:

- Propostas elaboradas pelos grupos;
- Evidências observadas durante os experimentos;

- Explicação dos fenômenos observados;
- Dificuldades e vantagens da realização das atividades realizadas em grupo.

✓ *Quinto momento:* Estruturação coletiva do conhecimento e mediação da professora

Esse momento foi destinado a apresentação dos resultados e conclusões obtidas nos três experimentos realizados pelos grupos, por meio da mediação da professora. Toda a “comunidade escolar”, estudantes e professora pesquisadora, foram organizados em círculo e estabeleceu-se um diálogo no qual cada grupo expôs desde suas propostas até os resultados e conclusões que chegaram após a realização do experimento investigativo. A medida que cada grupo falava, a professora procurava mediar as falas do estudante de forma sutil e não intervindo diretamente na proposta final da solução para as problematizações decidida pelos estudantes. Esse momento também é destacado por Gil-Pérez e Valdés Castro (1996); Gil-Pérez et al. (2001), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010); Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), Zuliani (2006) e Carvalho (2013) como parte essencial da atividade investigativa.

Essa etapa que oportuniza a comparação das explicações entre os próprios estudantes e a mediação da professora é um espaço que Carvalho (2013) destaca ser a sistematização coletiva do conhecimento, onde o estudante relembra o que fez, na medida em que colabora para o conhecimento que está sendo sistematizado. Foi contextualizado o tema “Um olhar químico para o etanol”, mostrando suas principais utilizações, assim como, a presença dessa substância no organismo do ser humano.

✓ *Sexto momento:* Concepções dos estudantes sobre o minicurso

Buscou-se levantar as opiniões dos estudantes frente ao desenvolvimento das atividades experimentais investigativas em grupo, evidenciando nas perspectivas dos mesmos, os aspectos positivos e negativos e suas possíveis contribuições na aprendizagem dos mesmos. O questionário encontra-se no Apêndice H.

✓ *Sétimo momento:* Relato da professora de Química sobre o impacto do minicurso em suas aulas

Por meio de um relato escrito pela professora de química da escola ao qual a atividade experimental foi desenvolvida, buscou-se evidenciar se houve algum impacto positivo e/ou negativo em relação o envolvimento dos estudantes que participaram do minicurso nas aulas de Química. Vale ressaltar que a professora da turma não esteve presente em nenhuma das etapas de desenvolvimento da pesquisa, pois embora estas tenham sido realizadas durante as aulas que foram cedidas pela professora, nem todos os estudantes da turma participaram e estes tiveram as aulas regulares normalmente.

4.4 Instrumentos de coleta de dados

A pesquisa qualitativa pretende compreender a construção de significados, permitindo ao pesquisador a utilização de uma variedade de técnicas de coleta de dados (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Um aspecto positivo de fazer uso de diferentes técnicas para um mesmo estudo é ter a possibilidade de fazer o cruzamento dessas informações quando forem analisadas.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram as gravações em áudio, questionários, diário de campo e entrevistas semiestruturadas em grupo. Ressalta-se aqui, que para desenvolvimento da pesquisa utiliza-se o diário de campo e a entrevista como técnica complementar, enquanto que as gravações em áudio e questionários foram os instrumentos principais na condução da pesquisa.

O *diário de campo* teve como estratégia compreender o ambiente de pesquisa, mediante as observações e registros de fotos a respeito do comportamento, expressões, falas e relações dos participantes durante as etapas da pesquisa e serviu de suporte para auxiliar na reflexão dos demais dados. Bogdan e Bilken (1994) referem que essas notas são o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decorrer do processo, refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo. As anotações foram feitas durante as atividades, quando possível ou logo após cada momento da atividade, estabelecendo mediante esses registros, um acompanhamento do estudo.

Os *questionários*, na interpretação de Gil (1999, p. 121) são “uma técnica de investigação que objetiva conhecer as opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”. Foram utilizados seis questionários para levantar desde as concepções dos estudantes sobre as aulas de Química, especificamente sobre a experimentação, até o surgimento de propostas, anotações de evidências e análises

dos resultados, progresso de conhecimentos dos conceitos Químicos e avaliação das atividades experimentais pelos próprios estudantes. Os objetivos dos dados levantados nos questionários são apresentados a seguir, no Quadro 4.

Quadro 4 - Dados coletados por meio dos questionários.

Questionários	Objetivos ligados a coleta dos dados
1	O que os estudantes da 2ª série do Ensino Médio pensam sobre a Química e a experimentação?
2	Quais os significados dos conceitos Químicos que serão abordados durante o minicurso trazidos pelos estudantes?
3	Quais são as propostas sugeridas individualmente para solução do problema investigativo apresentado?
4	a) Quais são as propostas sugeridas a partir das interações sociais para solução do problema apresentado? b) Quais são as ações e estratégias procedimentais desenvolvidas na execução experimental? c) Quais foram os dados coletados e as possíveis explicações para o fenômeno observado?
6	Quais as concepções dos estudantes frente aos aspectos positivos e negativos diante da vivência de aulas experimentais investigativas e sua influência na aprendizagem?

Fonte: Autoria própria.

A aplicação dos questionários (4a e 4b) foi realizada junto aos discursos gravados, promovidos durante as atividades experimentais investigativas, por isso, estes dados também serão suporte na análise de dados das gravações para auxiliar na resposta de nossa investigação.

As *gravações* em áudio utilizadas no desenvolvimento da atividade experimental, constituíram em instrumento rico em informações, auxiliam a compreender as falas promovidas nas interações dos estudantes durante a elaboração de propostas, realização do procedimento experimental por meio da manipulação de instrumentos, possíveis explicações das evidências observadas nas transcrições. É por meio dos discursos promovidos que são analisadas a organização do pensamento e a constituição das interpretações dos conceitos envolvidos.

A entrevista para Bogdan e Biklen, (1994, p.134) “é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo”. As entrevistas foram realizadas com os quatro grupos separadamente na

intenção de buscar por meio de diálogos, interpretar as visões dos estudantes a respeito do caminho que os levaram a chegar às propostas e buscar explicações sobre os fenômenos químicos observados. A vantagem da entrevista apontada por Ludke e André, (1986, p. 34) é “que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informação e sobre os mais variados tópicos”. Optou-se por uma entrevista semiestruturada, onde apresenta-se um roteiro básico, podendo ser flexível ao ser aplicada, dando a oportunidade de transcorrer um assunto, uma ideia, de maneira que o entrevistado tenha liberdade de palavras. As entrevistas foram transcritas respeitando a fidelidade nas falas dos estudantes.

O roteiro com os tópicos das entrevistas foi estruturado levando em consideração as respostas dos questionários respondidos pelos estudantes durante a atividade, que envolveu as propostas elaboradas pelos grupos; evidências observadas durante os experimentos; explicações sobre os fenômenos observados, além de dificuldades e vantagens da realização das atividades realizadas em grupo.

4.5 Análise dos dados

Em análises qualitativas, busca-se interpretar os sentidos, portanto realiza-se uma análise indireta visando ler e entender o que está escrito nas entrelinhas do que é escrito, falado ou desenhado. Diante da grande quantidade de dados coletados, decidiu-se organizá-los e interpretá-los por meio da análise de conteúdo. Essa análise pode ser direcionada a sistematização tanto de dados quantitativos quanto qualitativos, auxiliando na reinterpretação das mensagens e na compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Seguindo as etapas sugeridas por Bardin (1977), o procedimento para organizar e interpretar os dados baseia-se em fazer i) pré-análise; ii) exploração do material; iii) tratamento dos resultados e iv) inferência e interpretação. Na pré-análise ocorre o contato inicial com as primeiras impressões, para tal realiza-se uma leitura flutuante, surgindo assim as primeiras propostas, ou seja, os primeiros pensamentos que levam a resposta do problema. A repetição de frases/sentidos no texto é evidenciada e separada, sendo necessário para tal, fazer sucessivas leituras, se aprofundando gradativamente (BARDIN, 1977).

A exploração ou codificação do material permite separar e reorganizar as informações em categorias. Na pesquisa em questão, as categorias foram estabelecidas a partir das leituras realizadas sobre o conteúdo levantado nos dados. Esse processo ocorreu separando as informações por semelhanças e diferenças. Todas as informações são refletidas a partir de teorias e organizadas em tabelas, para assim inferir e interpretar os conceitos explícitos e implícitos, apoiados na literatura. Embora seja possível se orientar com essas etapas, é compreensível que realizar leituras precisas, separar, categorizar, interpretar, relacionar o conteúdo é um processo complexo e ocorre muitas vezes de maneira não linear.

4.5.1 Visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação

O primeiro questionário individual, Apêndice B, foi aplicado para quatorze estudantes e buscou por coletar informações a respeito do que os estudantes da 2ª série do Ensino Médio pensam sobre a Química e experimentação, para verificar se apresentam interesse e consideram a aprendizagem dessa disciplina importante para sua vida, e se, em algum momento as atividades experimentais foram vivenciadas durante sua formação escolar e como configuram a experimentação na Ciência/Química. As respostas foram categorizadas a partir das respostas dos próprios estudantes e seguiram a proposta de análise de conteúdo proposta por Bardin (1977).

4.5.2 Levantamento de conhecimentos cotidianos e científicos

O Questionário 2, Apêndice B, apresenta nove questões relacionadas com assuntos básicos de Química, tais como a definição, propriedades e os estados da matéria, fenômenos físicos e químicos, substâncias e misturas. As questões foram elaboradas visando o levantamento do conhecimento dos estudantes por diferentes métodos de análise, como da linguagem escrita e representações de esquemas ilustrativos. Os quatorze estudantes responderam o questionário. As respostas foram classificadas da seguinte maneira:

- Adequada: Quando apresentam conceitos científicos condizentes com a literatura para responder o que foi solicitado.

- Parcialmente adequada: Quando apresentam equívocos conceituais ou significações incompletas, mas que se relacionam com o assunto abordado.
- Não adequada: Quando não apresentam conceitos científicos e se distanciam do que foi solicitado.

4.5.3 Propostas e estratégias procedimentais elaboradas individualmente

As atividades experimentais investigativas foram iniciadas no quarto momento do minicurso, com um total de três problemas investigativos que se subdividiram em quatro etapas para coleta de dados: i) levantamento de propostas individuais; ii) levantamento de propostas em grupo; iii) execução do experimento para testar a proposta sugerida pelo grupo e v) coleta e análise dos dados coletados. Nessas etapas, discutiremos em um primeiro momento os dados obtidos no questionário individual. Nesse sentido, busca-se apresentar os dados frente ao as propostas e estratégias procedimentais elaboradas individualmente.

O questionário (Apêndice G1), composto por três questões abertas, buscou levantar por meio da linguagem escrita e representações de esquemas e/ou desenhos, as propostas sugeridas individualmente pelos estudantes para solucionar o problema apresentado pela professora. A investigação foi apresentada junto com o texto: “Um olhar químico para o etanol” (Apêndice F1), que apresentou algumas características físicas e químicas do etanol, assim como, algumas de suas aplicações. A situação problema foi elaborada de acordo com as ideias trazidas por Gil-Pérez e Valdés Castro (1996), que sugerem a formulação de problemas com nível de dificuldade adequada em relação a ZDP, para que o estudante consiga tomar decisões, e Zuliani (2006), que estabelece que devem ser trabalhados temas de interesse cotidiano, neste caso, optou-se pelo processo de obtenção, separação e identificação do etanol, por se tratar de uma região sucroalcooleira.

Os dados referentes ao grupo A serão apresentados de maneira mais detalhada. Com base nos mesmos critérios de análise, foram apresentados de maneira sucinta os dados referentes aos grupos B, C e D. Optou-se por adequar a escrita dessa forma, a fim de não tornar o texto tão extenso.

Ao longo do minicurso, foram realizadas três investigações experimentais, envolvendo, respectivamente, a produção, separação e identificação do etanol. No

entanto, os dados analisados e representados são exclusivamente referentes a investigação sobre a produção do etanol, por essa ter sido a primeira experimentação investigativa que foi realizada. Considerando todas as etapas, participaram quatorze estudantes, mas no dia da atividade envolvendo a parte experimental da produção do etanol, somente doze estavam presentes.

Vale salientar que todos os nomes dos estudantes apresentados ao longo do texto são fictícios. Outro aspecto está no desenvolvimento do minicurso, que abordou uma estrutura de aulas, a pesquisadora foi apresentada ao longo do texto como professora.

As categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais foram adaptadas dos trabalhos de Kasseboehmer e Ferreira (2013a) e Kasseboehmer e Ferreira (2013b), que em estudos similares a este, organizaram as propostas (hipóteses e/ou estratégias) em coerentes, parcialmente coerentes e não coerentes. O Quadro 5 a seguir destaca as três classificações citadas.

Quadro 5 - Categorias das propostas experimentais para solução do problema investigativo.

Categorias	Aspectos
Proposta coerente	Estabelecem relações com os conceitos científicos e a proposição procedimental possibilita cumprir com o que foi solicitado no problema investigativo.
Proposta pouco coerente	Apresentam algum equívoco conceitual ou procedimental, mas não se distanciam totalmente da solução do problema.
Proposta não coerente	Não utilizam conceitos científicos ou a proposição experimental não é suficiente para solucionar o problema apresentado.

Fonte: KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013a; KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013b.

4.5.4 Proposta experimental e estratégia procedimental desenvolvida pelo grupo A

Após os estudantes responderem individualmente o questionário envolvendo as proposições para solução do problema experimental I: “*Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana?*”, os mesmos foram orientados a formar equipes, que se dividiram sem critério pré-estabelecido, se organizando apenas por afinidade. Foram formados quatro grupos, que foram chamados de A, B, C e D. Inicialmente, destaca-se a proposta de forma detalhada pelo grupo A, composto por três integrantes, Bia, Nati, Pati as quais também anteriormente as respostas individuais. Posteriormente, serão apresentados os dados dos demais grupos, de forma resumida.

O intuito neste momento consistiu em verificar a partir das interações verbais que ocorrem entre os próprios estudantes, como interpretam, agem e organizam as ideias a partir da questão-problema apresentada pela professora, junto com o mesmo texto contendo algumas informações físicas e químicas sobre o etanol, assim como ocorreu na etapa individual. Cada grupo recebeu um dispositivo de gravação de áudio, para que todo discurso envolvido nessa etapa fosse gravado. O questionário desta etapa, e das anotações dos dados obtidos estão contidos no Apêndice G2. As transcrições referentes a produção do etanol estão no Apêndice I e, estas foram divididas em três episódios: 1) levantamento da proposta experimental que foi relatada por meio da linguagem oral e escrita, 2) realização do procedimento experimental sugerido para produção do etanol e 3) descrição de evidências e interpretação dos dados coletados mediante as discussões promovidas entre os estudantes no próprio grupo. Por isso, buscou-se relacionar as respostas dos questionários, com as falas pronunciadas na realização do mesmo.

Como já estabelecido na análise anterior, as propostas experimentais foram divididas em três categorias: coerente, parcialmente coerente e não coerente, apresentadas anteriormente no Quadro 5. Ressalta-se que nesta etapa, a professora teve como foco apresentar o problema experimental aos estudantes para que os mesmos tentassem resolver, sem interferências, havendo pouco diálogo destes com a professora. Em seguida, os estudantes realizaram o procedimento experimental proposto e, por fim, responderam as questões frente aos dados coletados.

Ressalta-se que todas as etapas desenvolvidas em grupo tiveram como foco evidenciar as interações dialógicas e suas relações com a construção do conhecimento científico, assim como o desenvolvimento de habilidades procedimentais e atitudes. O Quadro 6 destaca as categorias estabelecidas de interação efetiva; parcialmente efetiva e não efetiva tomando como base as interações promovam a construção de significados na ZDP.

Quadro 6 - Categorias referentes as interações sociais que ocorreram no desenvolvimento da atividade experimental investigativa.

Categoria	Aspectos
Efetiva	O diálogo envolve trocas de ideias que se relacionam a estratégia procedimental e contribui para significação de conhecimento científico na ZDP. Nessa categoria, os estudantes precisam expor e trocar ideias, discutir diferentes opiniões (quando houver) por meio da comunicação e cooperação que promovam avanços na aprendizagem.
Parcialmente efetiva	O diálogo envolve trocas de ideias que se relacionam com a estratégia procedimental, mas há dificuldade de relacioná-la com conhecimentos científicos. Nessa categoria, a falta de significações pode cessar as discussões. As trocas de informação não são suficientes para ocorrer transição do conhecimento nível real para o potencial na ZDP.
Não efetiva	Há pouco diálogo e não envolve trocas de ideias que se relacionam com o conhecimento científico e com a estratégia procedimental, além de não haver iniciativa e cooperação. Não promove avanços na ZDP.

Fonte: Autoria própria.

Todas as transcrições analisadas se encontram Apêndice I. As transcrições foram feitas com base nas normas de sinais apresentados por Preti (1999).

4.5.5 Discursos, atitudes e técnicas procedimentais presentes no desenvolvimento do experimental

Após os grupos sugerirem mediante as interações verbais, de forma escrita e esquematizada, a proposta experimental para solucionar o problema experimental, os grupos foram até o laboratório e iniciaram os testes experimentais, desde a escolha e organização dos materiais, execução dos procedimentos experimentais e coleta de dados. Nessa etapa, além das análises dos discursos que estabelecem categorias de acordo com o Quadro 6, foram destacados o desenvolvimento das ações, tanto atitudinais quanto de técnicas procedimentais. Para tanto, baseou-se nas concepções de Pozo (2009) e no trabalho de Oliveira (2009) para observar as atitudes e ações procedimentais durante a atividade experimental investigativa. Dentre estas, destaca-se:

- ✓ Iniciativa: O estudante se dispôs prontamente a realizar a atividade;
- ✓ Curiosidade: O estudante apresenta interesse em solucionar o problema apresentado;

- ✓ **Autonomia:** Demonstra confiança e segurança na proposta para solução do problema;
- ✓ **Motivação:** Apresenta desejo em aprender, procurando o significado do que está sendo feito;
- ✓ **Perseverança:** Persiste diante das dificuldades que surgem ao longo da atividade;
- ✓ **Colaboração:** Busca se interagir com os demais estudantes de maneira a se envolver e contribuir durante a atividade visando a solução do problema;
- ✓ **Domínio de técnicas experimentais:** Demonstra conhecer as técnicas experimentais e apresentando habilidade para executá-las de maneira rotineira;
- ✓ **Procedimento estratégico:** Estabelece um planejamento, de maneira a ter um controle consciente dos processos. Exige que o estudante planeje, selecione e reflita sobre sua própria atividade, relacionando o procedimento relacionado com os conhecimentos científicos.

Ao serem identificadas tais atitudes, optou-se por classificá-las em integral; parcial e não evidenciada. As características estabelecidas em cada categoria estão apresentadas no Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Categorias das atitudes desempenhadas ao longo do minicurso.

Categorias	Características
Integral	Quando a atitude foi desempenhada em toda processo, sem sofrer oscilações.
Parcial	Quando houve aumento ou diminuição da postura de tal atitude desempenhada ao longo do processo.
Não evidenciada	Quando não foi demonstrada ou observada tal atitude durante o processo.

Fonte: Autoria própria.

4.5.6 Relações dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos

Na etapa III referente ao momento da execução da atividade experimental, os estudantes responderam questões referentes as evidências observadas aos dados coletados durante o experimento. Essas questões estão inseridas como continuação do questionário

de levantamento de propostas e estratégias experimentais para resolução do problema experimental I (Apêndice G2).

O objetivo dessa etapa foi estabelecer uma relação entre os dados observados durante a execução do procedimento experimental. Para tanto, as respostas foram classificadas em adequadas, parcialmente adequadas e não adequadas.

Quadro 8 - Categorias das relações estabelecidas entre os dados obtidos e os conhecimentos químicos.

Categorias	Aspectos
Adequada	Estabelecem relações entre os dados experimentais com os conhecimentos químicos de maneira a responder o que foi solicitado.
Parcialmente adequada	Apresentam equívocos conceituais, mas estabelecem relações parciais com os dados experimentais.
Não adequada	Não apresentam ou estabelecem relações com os conhecimentos químicos envolvidos e não conseguem responder o que foi solicitado.

Fonte: Autoria própria.

Diante da metodologia delineada para a pesquisa, no próximo capítulo os resultados serão apresentados e discutidos. Também será realizada a análise dos dados de acordo com os parâmetros definidos nesse capítulo.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos neste capítulo as análises referentes aos dados coletados durante os momentos do minicurso, em especial, as etapas referentes as atividades experimentais investigativas. As análises estão organizadas em ordem cronológica de coleta e categorização das informações obtidas. Inicialmente apontaremos as principais concepções sobre o que os estudantes têm sobre a Química e a experimentação, buscando estabelecer relações com as vivências destes na disciplina de Química. Na sequência, discutiremos os conhecimentos pré-existentes referentes as propriedades específicas da matéria e transformações físicas e químicas. Apresentaremos as análises detalhadas das transcrições de áudios e questionários referentes a atividade experimental investigativa realizada pelo grupo A, e as principais implicações da vivência realizada por meio de interações verbais envolvendo conhecimentos científicos. As análises da atuação dos demais grupos B, C e D, foram feitas seguindo os mesmos critérios, entretanto, estão relatadas de forma mais sucinta. Por fim, serão apresentadas a avaliação do projeto pelos estudantes e pela professora da escola.

5.1 Análise das visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação

O primeiro questionário individual, presente no Apêndice B, foi aplicado para 14 estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Buscou-se coletar informações sobre o que pensam a respeito da Química e a experimentação, para verificar se apresentam interesse e consideram a aprendizagem dessa disciplina importante. Também foi investigado se em algum momento as atividades experimentais foram vivenciadas durante sua formação escolar e como caracterizam a experimentação na Ciência/Química. As respostas foram categorizadas a partir dos dados dos próprios estudantes e seguiram a proposta de análise de conteúdo de Bardin (1977). Na Tabela 1 são apresentadas as principais visões que os participantes demonstraram sobre a Química e a experimentação.

Tabela 1 - Visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação.

Pontos investigados	Categorias das Respostas dos estudantes	Nº de respostas	% de respostas
Primeiro contato com as aulas de Química	9º ano.	6	42,9%
	1ª série Ensino Médio	8	57,1%
Aulas de Química vivenciadas durante a vida escolar	Teóricas e práticas	8	57,1%
	Apenas teóricas.	6	42,9%
Pretensão de como gostariam que fossem aulas de Química	Práticas realizadas pelos próprios estudantes.	8	57,1%
	No laboratório com realização experimentos.	4	28,6%
	Salas divididas em grupos de acordo com a aprendizagem.	1	7,1%
	Atividades lúdicas.	1	7,1%
Definição de experimentos	Verificação de evidências do que acontece nas misturas de substâncias e/ou reações químicas.	10	71,4%
	Atividades feitas em laboratório.	2	14,3%
	Comprovar a teoria por meio da prática	2	14,3%
Vivência em atividades experimentais	Experimentos com utilização de um roteiro.	6	42,9%
	Verificação de evidências (liberação de gás, mudança de cor).	5	35,7%
	Aulas no laboratório com uso de equipamentos específicos.	2	14,3%
	Não apresentaram vivência em aulas experimentais.	1	7,1
Dificuldade em aprendizagem de conceitos químicos	Apresentam dificuldades.	9	64,3%
	Não apresentam dificuldades	5	35,7%
Preferência por atividades individuais ou em grupo	Atividades individuais	8	57,1%
	Atividades em grupos	6	42,5%

Fonte: Autoria própria.

A primeira questão buscou saber quando ocorreu o primeiro contato com aulas sobre temas de Química na escola, e 42,9% disseram ter sido no 9º ano do Ensino Fundamental II e 57,1% no primeiro ano do Ensino Médio. Nota-se que mesmo que a disciplina de Ciências do 9º ano seja constituída por conteúdos de Química e Física que são divididos entre o ano letivo, a maioria dos estudantes dizem que não houve contato com a Química. Talvez eles não consigam identificar especificamente os conceitos desta, por não ser nomeada a disciplina de Química, mas Ciências.

Quando questionados sobre como foram e/ou são as aulas de Química, 57,1% destacou como aulas teóricas e práticas. Os outros 42,9% dizem ter aulas teóricas, com ênfase na utilização de apostila, livros didáticos, conteúdos descritos em lousa e alguns ainda restringem as aulas em utilização de fórmulas e contas. Ressalta-se que o termo prática engloba as palavras experimentos ou experiências, em que algumas foram destacadas como sendo realizadas no laboratório. É notável que as palavras prática, experiência e experimentos são escritas pelos estudantes como sinônimos, e indicam que eles realizam experimentos químicos. Esses termos são comumente confundidos, e como destaca Hodson (1988), o trabalho prático é um dos métodos utilizados no processo de ensino e aprendizagem, onde dentro dessas práticas se inserem os trabalhos de bancada, ou seja, os laboratoriais e nestes, estão inclusos os experimentos.

Dentro da categoria de aulas teóricas, a descrição de Nati (aluna do grupo A) destaca que prevalecem aulas teóricas ao expressar que *“as aulas que eu tive quase não teve experiências, a maioria era na apostila”*. Destaca-se a utilização de apostila, que essa pode ter sido vivenciada tanto na rede privada quanto na rede pública de ensino. Atualmente, as escolas públicas do estado de São Paulo utilizam o Caderno do Aluno (SÃO PAULO, 2017a) e do Professor (SÃO PAULO, 2017b). Esse material didático tem se tornado o protagonista nas aulas de muitos professores da rede estadual. Desenvolver todos os conteúdos abordados neste material é a meta de muitas escolas, que acabam por tratar esse instrumento como o único material didático. O conteúdo presente nesse material se enquadra nas especificações do Currículo Oficial do Estado de São Paulo. É relevante considerar que neste caderno há propostas de experimentos, mas que nem sempre são realizados durante as aulas.

Na categoria de aulas práticas e teóricas, destaca-se a descrição da aluna Gabi, que apresenta um aspecto interessante quando relata que *“são aulas produtivas tanto na teoria quanto na prática. Fazemos experiências e dividimos nosso aprendizado um com o outro”*. As aulas experimentais ocorrem em grupos, e possivelmente esse aspecto foi considerado em sua resposta. Ressalta-se que a maioria das respostas que classificaram as aulas como teóricas e práticas se referiam as aulas que participam atualmente.

Na sequência, buscou-se saber como os estudantes gostariam que fossem as aulas de Química na escola. Dentre as respostas, destaca-se o interesse em participar de aulas práticas, principalmente as realizadas com experimentos no laboratório. As quatro categorias e o percentual de respostas dos estudantes foram as seguintes: i) aulas práticas realizadas pelos próprios estudantes com um total de 57,1%; ii) aula no laboratório com

realização de experimentos com 28,6%; iii) salas divididas em grupos de acordo com a aprendizagem com 7,1% e iv) atividades lúdicas com 7,1% das respostas obtidas.

Dentre as respostas, a aluna Nati cita que gostaria que nas aulas de Química “(...) *tivesse mais aulas práticas de tentar fazer nós mesmo (sic) e a professora só explicando e nos ajudando*”. Note que a aluna expressa a vontade de querer fazer os experimentos, com somente o auxílio da professora. Em algumas aulas de Química, os experimentos são realizados de maneira demonstrativa, sem promover a reflexão dos estudantes sobre as evidências observadas. Carvalho (2013) destaca que podem ser realizadas atividades experimentais investigativas demonstrativas, pois existem casos em que há dificuldades de inserir a manipulação de experimentos para toda turma. A demonstração dirigida nesse contexto promove uma participação mais ativa dos estudantes, envolvendo-os de maneira a terem consciência das ações praticadas pelo professor.

Alguns estudantes priorizaram o interesse por aulas em um ambiente específico, o laboratório, pois pode-se observar isso na fala de Ana, que requer “(...) *aulas no laboratório e mais experimento*”. Permeando o interesse por aulas no laboratório, Borges (2002) esclarece que a ideia de necessitar de lugar específico, com aparelhos sofisticados, para realização de experimentos é equivocada, pois podem ser realizados com adaptações e feitos na própria sala de aula ou em outro ambiente da escola. Outra estudante indicou que fica motivada fazendo experimentos: “*gosto bastante de aprender na prática. Acho que fazendo já de início prestamos mais atenção*” (Fer). Esse aspecto pode estar relacionado a motivação, tema bastante discutido quando se trata de sua relação com a experimentação. Para Galiazzi e Gonçalves (2004), isso pode ser um indicativo de que os estudantes se atraem somente pelo show da ciência. A forma como o professor trabalha o desenvolvimento do experimento pode ser um grande influenciador em encarar este como um “show” ou como uma ferramenta de ensino-aprendizagem.

Envolver os estudantes por meio de desafios e investigações pode ser uma possibilidade de promover interesses além da verificação de evidências observadas no experimento. Mas não pode ser desconsiderado que nas respostas também foram identificadas algumas ideias incoerentes a respeito da Ciência e do próprio cientista (GIL-PEREZ et al., 2001). Neste caso, relacionou-se os experimentos de Química aos manuseios arriscados, na fala de Maju: “*Queria poder ter mais aulas práticas e com aquelas explosões químicas*”. A ideia de que cientistas realizam experimentos perigosos, relacionados muitas vezes a aplicação bombas e armamentos esteve presente na visão de alguns estudantes. As visões distorcidas podem ser provenientes das diversas mídias e até

concepções incoerentes que aparecem nos próprios livros didáticos. Muitas vezes interpreta-se a Ciência como algo acessível somente para os “grandes cientistas” que se encontram excluídos de uma sociedade comum, além de serem conhecimentos relacionados aos aspectos considerados socialmente como negativos.

A ludicidade foi uma sugestão apresentada pela aluna Pati: *“Eu gostaria que fosse bem diferenciadas das aulas normal (sic) em sala de aula, com formas diferentes de aprender com bastantes brincadeiras, diversão...”*. O que demonstra o desejo por aulas inovadoras às aulas consideradas como “normais” pela estudante, possivelmente se referindo as aulas tradicionais, realizadas por meio do uso de apostilas e da lousa. Tornar a escola um ambiente que faz o estudante se sentir bem tem sido um parâmetro importante considerado na educação escolar, desconstruindo a ideia de que a seriedade e o prazer se opõem, porém, considera-se que despertar a motivação pelo conhecimento por seu valor intrínseco, ainda se constitui um desafio inerente, necessitando de reflexões e discussões (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Foram levantadas algumas concepções dos estudantes frente a importância de se estudar Química na escola. A resposta foi unânime e indicou que todos acreditam que a aprendizagem desta é importante. Os pontos elencados para justificar esse posicionamento destacaram desde a utilização de seus conhecimentos para o dia a dia, como ler rótulos de medicamentos, conhecer as substâncias e reações químicas presentes no próprio corpo, até a possibilidade desses conceitos estarem inseridos em um futuro ambiente de trabalho. É notável que os estudantes conseguem verificar também aspectos positivos relacionados a Química e que a sua importância é orientada pelos conhecimentos cotidianos dos mesmos.

Ao serem questionados na sequência, sobre o que são os experimentos, 71,4% classificam como a verificação de evidências que acontecem nas misturas de substâncias e ou reações químicas; 14,3% como atividades feitas em laboratório; 14,3% apontaram que a experimentação comprova a teoria. Os aspectos macroscópicos relacionados as evidências químicas apresentam-se majoritariamente nas respostas dos estudantes. Na sequência, a visão de experimentos serem realizados somente em laboratórios químicos não leva em conta a ideia de realização por outros meios, como simuladores computacionais, em vídeos ou em outros ambientes. A verificação e comprovação de leis e teorias científicas consiste em uma visão simplista, o que pode ser um fator contribuinte estudante acreditar que o experimento sempre deve mostrar resultados e regularidades previstas pela teoria (BORGES, 2002).

Essas concepções estão inter-relacionadas e compõem uma imagem universalizada e ingênua da ciência que passou a ser socialmente aceita. A resposta de Nati, ao dizer que experimentos são “*Coisas malucas que podem e não podem dar certo dependendo das coisas que você juntar*”, pode ser enquadrada nessa noção incoerente. Note que na mesma frase, foi destacada a possibilidade do experimento poder ou não dar certo, isso significa que alcançar um resultado esperado está relacionado ao sucesso do experimento para a estudante, enquanto que o erro não é um fator considerado como contribuinte no estudo experimental. Ressalta-se que o erro apresenta um potencial pedagógico interessante, pois para Carvalho (2013), a partir do erro é possível descartar as variáveis que não funcionaram em um experimento, possibilitando avanços na aprendizagem.

De quatorze estudantes, treze indicaram ter participado de atividades experimentais, destacando as disciplinas de Ciências, Química, Física e Biologia. Ao descreverem sobre as características dessas aulas, 46,1% destaca que o uso de um roteiro de experimento, geralmente utilizado nas escolas quando envolvem atividades práticas. Essa ideia de seguir uma receita detalhada, segundo Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006) fortalece a ideia de uma ciência fechada, rígida e algorítmica, com ausência de uma análise crítica frente aos resultados observados.

Outro aspecto pronunciado por 38,5% dos participantes foi que a vivência de atividades experimentais promoveu a verificação de evidências, destacando a liberação de gás e a mudança de coloração. Essa afirmação aborda uma importante característica no uso da experimentação, a coleta de evidências, que contribui por exemplo, para formulação de hipóteses em uma investigação científica (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015). Os outros 15,4% citaram as aulas no laboratório com uso de equipamentos específicos como, por exemplo, o microscópio.

Alguns estudantes destacaram que os experimentos são realizados algumas vezes nas aulas de Química, quando há tempo, ou então em aulas de Práticas de Ciências, disciplina presente nessa escola por se inserir no programa de educação integral. A professora da turma explicou que acha importante a realização de experimentos, mas que, nem sempre consegue realizá-los. Quando isso ocorre, ela organiza as aulas com auxílio da professora da disciplina de Práticas de Ciências, que auxilia na realização de alguns experimentos.

Ao serem questionados sobre a aprendizagem de conceitos químicos, 64,3% consideram ter dificuldades, enquanto 35,7% dizem não apresentá-las. Os principais

motivos apontados para as dificuldades foram a linguagem matemática e as fórmulas químicas. Nota-se que a matemática e a própria linguagem química são fatores considerados obstáculos para aprendizagem de Química. Para Carvalho (2013), é necessário ampliar gradativamente a cultura científica, ressaltando que a linguagem das Ciências, muitas vezes necessita de figuras, gráficos, tabelas e até mesmo da linguagem matemática para serem expressas. Destaca-se que quando foi feita a proposta aos estudantes para participar do minicurso de Química, muitos questionaram sobre a presença ou não de cálculos, sendo este para eles um fator não contribuinte para a participação.

Nas questões 6 e 7 buscou-se levantar o interesse dos estudantes por realização de atividades em grupos. Quando questionados a esse respeito, a maioria, mais especificamente, 57,1% preferem estudar individualmente. Os principais pontos ressaltados por essa opção são a falta de interesse de alguns integrantes que deixam todo o desenvolvimento da atividade sobre responsabilidade dos demais, além do excesso de conversas paralelas que podem atrapalhar os que estão interessados. Essas características indicam que há grandes dificuldades em entender, organizar e realizar um trabalho com interação social, pois a ideia de uma atividade exclusivamente individualizada prevalece. Vale ressaltar que a divisão de tarefas, responsabilidade individual e com os demais integrantes dos grupos, assim como, a o respeito de opiniões e negociação de ideias, que pode acarretar a renúncia da própria ideia, se inserem também na formação do indivíduo para a cidadania, permitindo mostrar o caráter social da ciência (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Quanto aos demais, 42,5%, têm preferência pelas atividades realizadas em grupo, pois destacaram como pontos-chaves a ajuda entre os próprios estudantes, a possibilidade de elaborar maiores estratégias e pensar melhor sobre as atividades. De maneira geral, apresentam-se os quatro aspectos positivos provenientes do estudo em grupo elencados pelos estudantes na última questão: i) tirar dúvidas com os colegas; ii) auxiliar os colegas; iii) ter várias ideias diferentes sobre o mesmo tema; iv) divisão de tarefas. Observe que o “tirar dúvidas” e “auxiliar” os colegas, podem ser englobados na ZDP, que Vygotsky (1984) define como a distância do nível de desenvolvimento real, que estabelece o desenvolvimento de tarefas de maneira autônoma quando os conhecimentos já estão consolidados, e o nível de desenvolvimento potencial, em que a resolução de uma determinada tarefa ou problema necessita da colaboração de outro indivíduo, durante as aulas de Química. Este papel pode ser realizado pelo professor ou por outro colega da

sala que já tenha tal conhecimento. Já nos pontos negativos, se destacam a falta de interesse e de responsabilidade de alguns; excesso de conversas paralelas ao tema; discórdia entre os participantes que acabam não respeitando as ideias um do outro.

Notou-se que foi unânime a consideração de que a aprendizagem de conceitos químicos é importante, e relacionaram essa importância a situações cotidianas, como, por exemplo, ler uma bula de medicamento. Essas aulas foram interpretadas como sendo teóricas, referindo-se às aulas expositivas, e às práticas, apontadas como a realização de experimentos, que normalmente ocorrem por demonstração ou de forma tradicional, guiadas por um roteiro. A maioria diz já ter participado de aulas experimentais, comumente realizadas de maneira tradicional, envolvendo apenas demonstração ou de maneira manipulativa instruída por um roteiro, sem envolver reflexões com os conceitos envolvidos.

De maneira geral, destaca-se que o interesse por aulas que transcendam apenas a utilização corriqueira de apostila, lousa e giz na exposição de conteúdo. Os principais destaques sugeridos para serem implantados nas aulas são experimentos realizados pelos próprios estudantes. Também foram pronunciadas algumas concepções distorcidas a respeito de Ciência, como o fato de comprovar a teoria por meio da prática. Foi possível observar que a opção por realização de atividades individuais se sobrepõe ao interesse de fazê-las em equipe, muitas vezes pela falta de comprometimento dos demais integrantes do grupo, mas consideram que as atividades em equipe podem auxiliar o colega e discutir ideias nas atividades propostas. Uma vez que demonstraram características tradicionais de ensino nas respostas, é necessário ficar atento em relação à divisão de tarefas, que não devem ser encaradas como uma somatória de atividades compartmentalizadas, mas que privilegiem em todos os momentos a participação ativa e reflexão em relação aos temas abordados.

5.2 Análise sobre o levantamento dos conhecimentos cotidianos e científicos dos estudantes

Avaliaram-se as respostas como *adequada*, quando a mesma relaciona-se com as bases científicas, *parcialmente adequada*, quando há equívocos nos termos ou representações feitas, mas estes não se distanciam totalmente do assunto abordado, e *inadequada*, quando o/a estudante demonstra incoerência e falta de domínio qualquer

sobre o conteúdo. Ressalta-se que embora os 14 participantes receberam o questionário, nem todas as questões foram respondidas por todos. Por isso, enfatizaremos em cada questão a quantidade de respostas obtidas. As respostas foram relacionadas com o material disponível nas escolas da rede pública de ensino (SÃO PAULO, 2017a), de maneira que os conceitos envolvendo transformações são abordados no 1º ano do Ensino Médio.

A primeira questão: *A Química é uma ciência direcionada ao estudo da composição, propriedades e transformações da matéria. Defina o que você entende por matéria*, no formato discursiva, foi elaborada a fim de identificar o que os estudantes compreendem por matéria e sua composição. Cientificamente, matéria pode ser definida como tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço. Ao buscar por alguma elucidação frente a este conceito no caderno do aluno (SÃO PAULO, 2017a), foi possível notar que não consta uma definição precisa sobre esse conceito. Recorrendo ao caderno do professor (SÃO PAULO, 2017b), verifica-se uma sugestão para iniciar a aula sobre transformações da matéria, buscando os conhecimentos prévios dos estudantes. Nesse momento, o professor pode abordar esse conceito, mesmo este não estando explícito no caderno do aluno. Diante desse aspecto, ressalta-se que esse material não deve ser encarado pelo professor, como único material didático a ser utilizado, de maneira rígida, mas como um suporte flexível à complementações e modificações, quando necessárias. A Tabela 2 a seguir, expressa as a classificação das respostas dos estudantes frente ao conceito de matéria.

Tabela 2 - Definição química do conceito de matéria pelos estudantes.

Item questionado	Nº de respostas	Classificação das respostas			
		Adequadas	Parcialmente adequadas	Inadequadas	Branco
Definição de matéria	9	1	4	4	5

Fonte: Autoria própria.

Dos nove estudantes que responderam essa questão, apenas uma resposta foi considerada adequada. De acordo com a resposta da aluna Bia: *“matéria (sic) é tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço, ou seja, tudo ao meu redor”*, foi possível notar que a estudante respondeu corretamente à primeira questão, abordando de forma coerente a definição de matéria.

Algumas palavras pronunciadas nas respostas como matéria, foram componentes, material, substâncias, relacionando-as principalmente o envolvimento dessas com as transformações da matéria, tanto física, quanto química. Desta forma, tais respostas foram consideradas parcialmente adequadas, pois apresentaram frases que contém termos que estão vinculados com ao tema matéria, embora sua definição não esteja presente, não são respostas evasivas. Dentre as quatro respostas consideradas parcialmente adequadas, destaca-se a do estudante Hugo: “*A matéria seria qualquer material e que pode ser transformado, exemplo: a água pode ser fervida*”. Note que água é utilizada para exemplificar matéria e ele articula a matéria com a mudança de estado físico ao expressar na linguagem cotidiana que água pode “ferver”, referindo-se as transformações físicas que podem ocorrer com a matéria. As quatro respostas consideradas parcialmente adequadas relacionaram-se as transformações químicas ou físicas. Ressalta-se que no caderno do aluno, o primeiro tema apresentado são transformações da matéria, o que pode ter contribuído para que os estudantes estabelecessem tais relações.

Houveram quatro respostas consideradas inadequadas, na definição de Nati: “*matéria (sic) é tudo que inclui a Química no meio*”, foi possível observar uma resposta vaga, que não está alicerçada nos conceitos pré-definidos sobre a matéria. Além disso, cinco participantes optaram por não responder essa questão, demonstrando dificuldade com o assunto abordado.

A segunda questão exigia menos dos estudantes em termos de respostas extensas, pois optou-se por avaliar o conhecimento em relação ao estado da matéria de acordo com a seguinte pergunta: *Vivemos em constante contato com os diferentes estados físicos da matéria. Cite quais estados físicos da matéria que você conhece, definindo-os e citando exemplos de cada estado.* Em todas as respostas obtidas, os estudantes citaram os três principais estados da matéria, *sólido, líquido e gasoso*. A Tabela 3 abaixo apresenta a classificação dessas respostas.

Tabela 3 - Classificação das respostas dos estudantes frente aos estados físicos da matéria.

Estados físicos da matéria	Nº de respostas	Classificação das respostas		
		Adequadas	Parcialmente adequadas	Inadequadas
Sólido, líquido e gasoso	12	11	0	1

Fonte: Autoria própria.

Notou-se que a maior dificuldade dos participantes avaliados foi citar exemplos referentes ao estado gasoso. Esta dificuldade pode ser atribuída a falta de contato visual com a matéria nesse estado. Muitos confundiram processos de transformação física da matéria, como a evaporação, com o estado gasoso. Considera-se um equívoco, pois um gás pode ser quimicamente definido como um estado da matéria que apresenta volume e forma variáveis, enquanto que evaporação é o processo que caracteriza a transformação de um líquido gás (RUSSEL, 1994). Destaca-se que os estudantes citaram principalmente exemplos envolvendo a água, possivelmente por estar mais nítido no dia a dia, ou ainda, por ser a substância geralmente utilizada nos materiais didáticos quando o tema transformações físicas é abordado. No caderno do aluno, consta que “*A água, como outras substâncias, pode ser encontrada nos estados sólido (gelo), líquido ou gasoso, dependendo das condições experimentais*” (SÃO PAULO, 2017a). Nas respostas, apenas uma foi considerada inadequada, as demais se enquadraram nas respostas adequadas. Pode-se verificar que a maioria dos estudantes não apresentam dificuldade em reconhecer os estados físicos da matéria.

A terceira questão trazia uma imagem que abordou o tema mudanças de estados físicos da água, para analisar se os participantes conseguiriam identificar os processos de transformação física, assim como, se os mesmos conseguiriam fazer ligação com o texto e imagens apresentados no quadrinho presente na questão. Esperava-se que fossem expressos os processos de fusão, vaporização (evaporação), condensação e sublimação. Os dados obtidos a partir dessa questão, estão relacionados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Classificação das respostas dos estudantes frente as mudanças de estados físicos da matéria.

Processos de transformações físicas	Nº de respostas	Classificação das respostas		
		Adequadas	Parcialmente adequadas	Inadequadas
Fusão	12	1	5	6
Evaporação	13	7	3	3
Condensação	9	0	3	6
Solidificação	11	2	3	6
Sublimação	10	0	3	7
Ressublimação	9	0	3	6

Fonte: Autoria própria.

Foi notório que a maioria apresentou dificuldade na análise das figuras. De seis itens questionados, nenhuma resposta foi completamente respondida. É importante frisar

que para tal questão, esperava-se que os participantes conseguissem relacionar e identificar as transformações físicas de fusão, evaporação, condensação, solidificação, sublimação e ressublimação para serem consideradas adequadas. As respostas classificadas como parcialmente adequadas, embora não indicassem o nome do processo, destacavam corretamente as mudanças de estado sofridas no mesmo. Ao invés de escrever fusão, por exemplo, constava na resposta “sólido para líquido”. Dentre as inadequadas, pode-se notar confusão entre estados da matéria e processos de transformações física, como por exemplo, a mudança de estado físico da água líquida para o estado gasoso foi descrita como “*líquida p/ evaporação*” (Nati). Os dois processos deveriam ser classificados como sublimação, não foram citados pelos estudantes, esse fato pode ser atribuído a menor frequência que estes são relacionados no dia a dia, enquanto que nas respostas parcialmente adequadas foi destacada a evaporação, um fenômeno cotidianamente mais comum para estes estudantes.

Na questão quatro, buscou-se relacionar as mudanças de estado físico com as respectivas definições de temperaturas de fusão e ebulição. Para tanto, os estudantes deveriam completar as lacunas das frases que apresentavam a definição de fusão e ebulição, apenas usando as palavras sólido, líquido e gasoso. A temperatura em que ocorre a mudança de estado de sólido para líquido é denominada ponto de fusão e a temperatura em que ocorre a mudança de estado líquido para gasoso denomina-se ponto de ebulição. Na Tabela 5 estão a relação das respostas referentes as mudanças de estados físicos que ocorrem no ponto de fusão e ebulição.

Tabela 5 - Classificação das respostas dos estudantes frente à definição de ponto de fusão e ebulição.

Propriedades físicas da matéria	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequada	Inadequada
Fusão	11	0	11
Ebulição	7	7	0

Fonte: Autoria própria.

Foram obtidas onze respostas, sendo que, na conceituação de fusão, todas classificaram-se como inadequadas. Enquanto que, sete dos estudantes responderam e apontaram corretamente a mudança de estado físico que ocorre na ebulição. Destaca-se que no Caderno do Aluno (SÃO PAULO, 2017a), há uma sugestão de experimento para

ser realizado, ao qual propõe que os estudantes façam a medição da temperatura da água durante o aquecimento de maneira a determinar a temperatura de ebulição. No entanto, nota-se que maioria dos estudantes apresentaram carências de conceitos científicos, indicando dificuldades em exercícios de baixo nível cognitivo.

Dando sequência a discussão, a quinta questão foi elaborada de forma que os estudantes devem estabelecer relações de algumas imagens de representação com situações cotidianas, com o conceito de transformações químicas e físicas. Foram utilizados exemplos de fenômenos familiares aos estudantes, a fim de estabelecer uma relação com a compreensão de situações cotidianas. Destaca-se que essa questão apresentava duas opções para serem assinaladas (transformação física ou química), portanto as respostas serão consideradas em adequada, quando o tipo de transformação está coerente com o fenômeno apresentado e inadequada, se o este é assinalado incorretamente. Não há neste caso possibilidade das respostas apresentarem a classificação de parcialmente adequado. A Tabela 6 apresenta a classificação das respostas em relação aos fenômenos químicos e físicos.

Tabela 6 - Classificação das respostas dos estudantes frente as interpretações sobre fenômenos químicos e físicos.

Fenômenos químicos e físicos	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequadas	Inadequadas
Amadurecimento das frutas	14	5	9
Fermentação do pão	14	9	5
Oxidação dos pregos	14	10	4
Derretimento do gelo	14	13	1
Roupa secando no varal	14	13	1
Derretimento do ouro	14	6	8

Fonte: Autoria própria.

Pode-se prever que os estudantes apresentaram certa preferência em responder questões objetivas, já que todos os participantes responderam à questão, porém não temos a convicção de que as respostas partiram de escolhas com base em conceitos que cada estudante possui ou de um “chute”, com a probabilidade de 50% de acerto. Apenas dois estudantes responderam corretamente todos os itens questionados, enquanto a maioria relacionou corretamente quatro situações apresentadas nas imagens com as transformações envolvidas. Note que os estudantes tiveram mais facilidade em classificar

as transformações físicas quando comparadas com a quantidade de respostas adequadas referentes as transformações químicas. Especificamente, o amadurecimento de frutas e o derretimento do ouro, foram as principais incoerências apontadas.

Dentro desse assunto, buscou-se levantar estritamente as interpretações dos estudantes frente as características de transformações químicas e físicas. As transformações químicas ocorrem quando uma ou mais substâncias (reagentes) produzem novas substâncias (produtos), alterando sua composição. Enquanto que, em uma transformação física a substância não sofre alteração em sua composição, modificando apenas os estados físicos da matéria. A transformação química pode ser definida como a produção de materiais diferentes dos iniciais, enquanto que, a transformação física é descrita como a modificação da aparência da matéria (SÃO PAULO, 2014). A Tabela 7 apresenta as classificações das interpretações dos estudantes frente as transformações químicas e físicas da matéria.

Tabela 7 - Classificação das respostas dos estudantes frente as características apresentadas em transformações químicas e físicas.

Tipos de transformações que ocorrem na matéria	Nº de respostas	Classificação das respostas		
		Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada
Transformação química	12	4	4	4
Transformação física	12	4	4	4

Fonte: Autoria própria.

Algumas respostas se aproximaram de uma definição contendo termos que estão próximos aos conceitos envolvidos. É importante frisar que buscou-se uma interpretação das respostas, considerando as deficiências na escrita, gramática e exposição de ideias. Das concepções apresentadas, serão apresentadas algumas respostas consideradas como adequadas parcialmente adequadas e inadequadas.

Para a aluna Gabi, a transformação ocorre quimicamente quando “*a composição é modificada*”; para Bia, “*na transformação muda sua forma original e não da para voltar como era mais (sic) dependendo pode voltar*”. Embora não seja destacada a palavra matéria, substâncias ou reagentes que sofrerão a transformação, foi possível ter essa interpretação, por isso, essas foram consideradas adequadas. Bia foi a única que considerou a possibilidade de reversibilidade nas transformações químicas.

A ideia de uma substância formar outra e não voltar a ser o que era antes foi umas das características mais apontadas nas concepções dos estudantes, no entanto, não está totalmente coerente, pois embora existam as reações irreversíveis, que se aproximam dessa ideia, também existem as reações reversíveis, que podem transformar os produtos novamente em reagentes. A resposta de Hugo, *“é quando uma matéria se transforma definitivamente, e não pode voltar ao que era”* considerada parcialmente adequada, elucida o pensamento com sentidos antagônicos em relação a transformação de substâncias, (na transformação química a substância não volta a ser o que era antes) e na *“transformação física, a substância volta a ser o que era antes”*, que muitos apresentaram na escrita. Deve-se considerar que possivelmente foram interiorizadas concepções com incoerências frente a esses conceitos e que precisam ser revistos. Dentre as respostas consideradas inadequadas, enquadra-se a de Ju *“eles se modificam naturalmente”* apresentando uma noção está a ideia de que uma transformação química consiste em um processo que ocorre exclusivamente de forma natural e espontânea. Pesquisas das últimas três décadas, tem mostrado que os estudantes costumam apresentar dificuldades na construção desse conceito, saindo do ensino formal considerando correto, por exemplo, que transformações químicas são processos que ocorrem naturalmente (SÃO PAULO, 2017b).

As transformações físicas são caracterizadas por não apresentar qualquer alteração na composição das substâncias, apenas em mudanças de formato físico ou de estado físico da matéria, por exemplo, do estado sólido para o líquido. A resposta da aluna Jaque: *“muda o estado da matéria”*, foi a que mais se aproximou da resposta esperada, enquanto que na maioria das definições expressas pelos estudantes prevaleceu a ideia de que a substância inicial voltaria a ser o que era antes. As respostas foram interpretadas de maneira que o termo *“voltar”* como um indicativo que a matéria não sofreu modificações químicas, apenas uma transformação de estado físico. A descrição da estudante Eli: *“Quando só muda a aparência, quando ela pode voltar a ser o que era”*, classifica-se como parcialmente adequada. A palavra aparência, foi usada no sentido de ocorrer mudanças físicas, embora não seja o termo mais preciso, também consta no Caderno do Aluno como modificação da aparência da matéria (SÃO PAULO, 2017a). Como exemplo de resposta classificada como inadequada sobre transformações físicas, pode-se citar a de Ju: *“Precisa de uma ajudinha para se modificar”*, que nos remete novamente a percepção de que quando a transformação é química ocorre de maneira natural e física necessita de algum auxílio.

Na sequência, dentro do mesmo tema, buscou-se levantar a compreensão sobre a significação do conceito de reação química, processo pelo qual novas substâncias são formadas a partir de outras. Nessa pergunta, foi feita uma análise mais rigorosa, a busca por palavras da linguagem própria da química, como a transformação de substâncias, mais especificamente, de reagentes em produtos. Na Tabela 8 indica as classificações das concepções dos estudantes.

Tabela 8 - Classificação das respostas dos estudantes frente as suas interpretações de reações químicas.

Reação química	Nº de respostas	Classificação das respostas			
		Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	Em branco
Definição de reação química	14	0	5	4	5

Fonte: Autoria própria.

Observou-se que as dificuldades foram bastante pronunciadas, pois, cinco estudantes não responderam e quatro respostas foram consideradas inadequadas e as outras cinco parcialmente adequadas e por fim, não houve nenhuma resposta totalmente adequada. Destacam-se as seguintes definições como parcialmente adequadas: *Reação química é o que muda de uma coisa para outra* (Nati); *“é quando uma substância reage com a outra* (Gabi); *“é uma transformação da matéria que ocorre mudança”* (Hugo). As palavras reagem, muda e transformação destacadas nas frases, foram indícios de que nessas respostas aparecem ideias que permeiam a reação química, por isso foram elencadas nessa categoria, mas houveram ausência da linguagem química intencionalmente requerida para essa questão. Como inadequada tem-se a resposta de Bia: *“Quando um produto reage a uma substância”*. Ressalta-se que muitas descrições pronunciadas, não estavam coerentes e com falta de bases de conteúdos científicos.

Seguindo a ideia de interpretação de imagens, a sexta questão buscou levantar os conhecimentos frente as classificações de misturas homogêneas e heterogêneas. Os estudantes precisavam assinalar o tipo de mistura de acordo com os seis sistemas apresentados (água e óleo, suco de uva, água líquida com gelo, granito, prego de aço e ar atmosférico). Os estudantes precisavam analisar macroscopicamente as imagens e classificá-las. A mistura heterogênea não possui as mesmas propriedades em toda a sua extensão, já a mistura homogênea apresenta as mesmas propriedades. Como a questão era

objetiva, com apenas duas opções, as respostas foram somente consideradas adequadas e inadequadas. A Tabela 9 apresenta a classificação das respostas.

Tabela 9 - Classificação das respostas frente aos conceitos de misturas homogêneas e heterogêneas.

Sistemas homogêneos e heterogêneos	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequada	Inadequada
Água e óleo	14	8	6
Água líquida com gelo	14	9	5
Granito	14	12	2
Suco de uva	14	11	3
Prego de aço	14	7	7
Ar atmosférico	14	12	2

Fonte: Autoria própria.

A maior dificuldade foi em relação ao prego de aço, que 50% disseram se tratar de uma mistura heterogênea, mesmo visivelmente ele apresentando uma única fase. O granito e o ar atmosférico foram os sistemas que obtiveram maior quantidade de acertos. De maneira geral, os estudantes conseguiram classificar as imagens com os tipos de misturas.

Na sétima questão, tinham que relacionar alguns tipos de misturas com suas técnicas de separação. As misturas de óleo e água; água e areia fina; água e sal; e petróleo refinado deveriam se relacionar com os respectivos métodos de separação, decantação, filtração simples, destilação simples e destilação fracionada. As classificações das respostas dos estudantes estão na Tabela 10.

Tabela 10 - Classificação das respostas em relação aos métodos de separação de misturas.

Métodos de separação de misturas	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequada	Inadequada
Decantação (óleo e água)	12	8	4
Água e areia fina (filtração simples)	12	6	6
Água e sal (destilação simples)	12	5	7
Petróleo refinado (destilação fracionada)	12	7	5

Fonte: Autoria própria.

A maior quantidade de acertos ocorreu no método de decantação na separação óleo e água. Ressalta-se que nessa questão, observou-se certas dificuldades de alguns

estudantes em estabelecer relações entre os métodos de separação com os tipos de mistura, respondendo de maneira aleatória.

A oitava questão procurou relacionar os conceitos de transformações de estado físico, propriedades específicas das substâncias puras e misturas com a linguagem gráfica. A intenção era associar os respectivos estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) com as mudanças de estado físico que ocorrem nos respectivos pontos de fusão e ebulição. Esses aspectos foram representados por meio de gráficos de aquecimento para uma substância pura. Na Tabela 11 estão apresentadas as classificações das respostas obtidas.

Tabela 11 - Classificação das respostas em relação a interpretação das mudanças de estados físicos presentes no gráfico de aquecimento de uma substância pura.

Estados físicos presentes no gráfico de aquecimento	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequada	Inadequada
Sólido	9	2	7
Sólido-líquido	9	4	5
Líquido	9	2	6
Líquido-gasoso	9	4	5
Gasoso	9	6	3

Fonte: Autoria própria.

Notou-se que essa questão obteve uma quantidade expressiva de respostas inadequadas, indicando a dificuldade desses estudantes na interpretação de gráficos, que é uma linguagem bastante utilizada na compreensão de conceitos químicos. Por isso, é necessário considerar a necessidade de interpretar esse tipo de representação para construção do conhecimento nas aulas de Química.

Frente a esse mesmo diagrama, solicitou-se a classificação em substância pura ou mistura. A representação indicava uma substância pura, com duas transições de estados físicos que ocorreram em temperaturas constantes, indicadas como ponto de fusão e ebulição.

Tabela 12 - Classificação das respostas em relação a interpretação das mudanças de estados físicos presentes no gráfico de aquecimento de uma substância pura.

Gráfico de aquecimento	Nº de respostas	Classificação das respostas	
		Adequada	Inadequada
Substância pura	10	7	3

Fonte: Autoria própria.

Dos sete estudantes que assinalaram a resposta correta, apenas três justificaram a alternativa escolhida, no entanto, nenhum apresentou uma justificativa coerente. Diante disso sugere-se que os acertos referentes a resposta assinalada não apresentam confiabilidade, pois os estudantes poderiam opinar aleatoriamente, sem base em seus conhecimentos e ter 50% de chance de acertar. Novamente, foi perceptível que há pouca compreensão na leitura do gráfico, pois no momento de responder essa questão os estudantes ficaram inquietos, chamando a professora pesquisadora no momento de tentar respondê-la.

Por fim, a última questão abordou o tema referente ao minicurso, ou seja, o conhecimento dos participantes em relação a produção do etanol. A classificação das respostas está expressa na Tabela 13 abaixo.

Tabela 13 - Classificação das respostas em relação aos métodos de produção do etanol.

Processos de obtenção do etanol	Nº de respostas	Classificação das respostas		
		Adequada	Parcialmente inadequada	Inadequada
Através da cana de açúcar	8	0	6	2

Fonte: Autoria própria.

Dos quatorze participantes, oito relataram que conhecem o processo de obtenção. No entanto, na descrição não houve indicação de nenhum método ou processo, como foi requerido, não havendo respostas adequadas. Dentre essas concepções, os estudantes citaram apenas a matéria-prima, especificamente, a cana-de-açúcar para produção desse álcool e, essas foram classificadas em parcialmente adequadas. A descrição da estudante Gabi, elucida essa ideia “*O álcool pode ser obtido através da cana de açúcar*”.

Os estudantes que não responderam, alegaram que não conheciam nenhuma forma ou processo de obtenção do etanol, o que torna interessante, pois este será a base dos conceitos discutidos nas atividades investigativas. Mesmo estando em uma região sucroalcooleira, uma parcela considerável dos estudantes não conseguiu estabelecer uma relação da obtenção do etanol com as usinas de cana de açúcar, e os que responderam não destacaram os nomes de métodos ou processos envolvidos, como a fermentação e apenas apontaram a matéria prima, ou seja, a cana como uma precursora do etanol. O Caderno do Aluno (SÃO PAULO, 2017a) por exemplo, apresenta um texto contextualizando a

transformação química com a produção do etanol por meio da fermentação, indicando um possível contato com essa informação aos estudantes da rede pública.

É importante salientar que todos os temas abordados neste questionário, teoricamente, já deveriam ter sido abordados nas aulas de Química de séries anteriores à 2ª série do EM, ao qual os participantes estão matriculados. Esperava-se que os estudantes participantes conseguissem apresentar maior compreensão sobre os conceitos científicos na resolução das questões, o que não foi evidenciado. Foram observadas dificuldades relevantes mesmo em questões de baixo nível cognitivo, como definições sobre matéria e estados físicos. A interpretação de diagramas e até mesmo de imagens representacionais de situações cotidianas foi um desafio para os estudantes. A falta de compreensão dessa linguagem influencia diretamente a aprendizagem de assuntos abordados na Química, por isso é necessária segundo Carvalho (2013) a integração dessas linguagens para a construção de conhecimentos científicos.

Diante das considerações apresentadas, evidencia-se que é necessário repensar o ensino da Educação Básica atual, uma vez que nota-se a prevalência do ensino tradicional, em que os estudantes memorizam momentaneamente o conteúdo para obter uma “boa nota” e depois este é esquecido. A intenção de estabelecer relações com a sociedade, possibilitando uma visão crítica frente as situações do mundo, acaba por não acontecer, uma vez que os estudantes saem do Ensino Médio com significações conceituais superficiais e com dificuldades de interpretação. Por isso, reforçamos a intenção de propor metodologias que propiciem o desenvolvimento de atividades para fazer o estudante negociar ideias, estabelecer significados e desenvolver ações que possam auxiliar na aprendizagem.

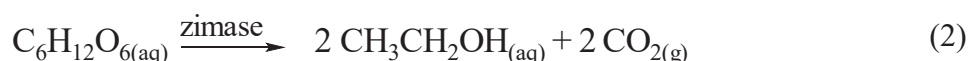
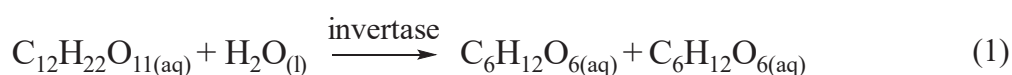
5.3 Análise das propostas experimentais e estratégias procedimentais realizadas individualmente pelas integrantes do grupo A

A partir do problema experimental inicial: “*Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana?*”, serão destacados os principais aspectos diante das propostas sugeridas. Ressalta-se que as três questões foram subdividas para uma melhor organização e interpretação dos dados escritos, mas que se inter-relacionam para sugerir a proposta de como produzir o etanol a partir do caldo de cana. Diante dessa consideração,

serão apontadas inicialmente as três respostas, buscando relacioná-las para obter uma única proposição, buscando classificá-las de acordo com as categorias já citadas.

A primeira questão: *Qual proposta experimental você sugere para produzir o etanol a partir do caldo de cana?* buscou levantar as principais ideias formuladas pelos estudantes para obter o etanol. Ressalta-se que esse composto pode ser obtido por meio de um processo químico conhecido como fermentação alcoólica, que ocorre devido à presença de leveduras como as da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, conhecida como fermento biológico (PINHEIRO; LEAL; ARAÚJO, 2003). Esse processo deve acontecer em uma temperatura adequada para a atividade efetiva das leveduras, cerca de 35°C.

O etanol pode ser obtido a partir da reação química representada pelas equações químicas a seguir:



De acordo com a equação química (1), a sacarose, açúcar presente no caldo da cana, sofre a reação de hidrólise catalisada por uma enzima, denominada invertase, onde a reação química ocorre devido a presença de moléculas de água, que ocasionam a quebra da sacarose em glicose e frutose. Após tal reação, os produtos sofrem uma reação química, catalisada por enzima (zimase), transformando a frutose e a glicose em etanol e dióxido de carbono, conforme representado na equação química (2).

De acordo com os conceitos que haviam sido trabalhados no início do minicurso, especificamente no experimento “Fazendo pão” (Apêndice E2), realizado para o conhecimento de conceitos e técnicas, em especial a fermentação, esperava-se observar nas propostas sugeridas tal processo. Na sugestão de Bia: “*uso caldo de cana e fermento biológico*” foi possível notar a consideração do conhecimento das substâncias necessárias para tal reação, mas não destacou exatamente o processo envolvido.

Já as respostas de Nati: “*Retirando a sacarose e a glicose vai obter o etanol*” e de Pati: “*Retirando a sacarose da cana de açúcar você tem o etanol*”. As participantes citaram a sacarose e glicose, reagentes essenciais no processo, mas elas não discutiram sobre o princípio da reação de fermentação, a necessidade de utilizar do fermento biológico, por exemplo, o que tornou a resposta inconsistente com o que foi solicitado.

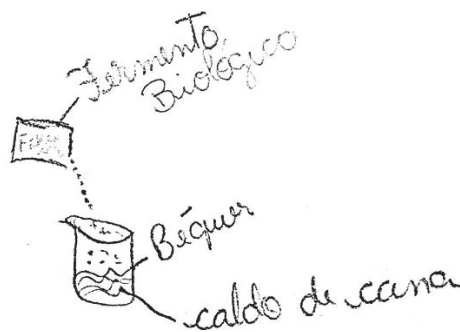
De acordo com a segunda questão: “*Relate todos os materiais (reagentes, vidrarias, equipamentos) que você precisa para testar sua hipótese*”, foi possível analisar o conhecimento das alunas em relação aos materiais de uso laboratorial. Embora a turma não tivesse muito contato com materiais laboratoriais, uma vez que o laboratório da escola carece de equipamentos, vidrarias, reagentes, foi possível identificar que elas conseguiram conhecer algumas vidrarias e equipamentos comuns, como béquer, erlenmeyer e termômetro. Essa característica pode estar relacionada com a manipulação dos experimentos realizados no terceiro momento do minicurso, que consistiu no conhecimento de conceitos e técnicas experimentais.

Foi observado que mesmo com o material fornecido contendo os nomes de algumas vidrarias, os estudantes pouco fizeram uso deste. Além da observação direta da professora para essa afirmativa, os próprios erros de português na escrita indicaram que estes não foram simplesmente copiados: “*Béquer, cana de açúcar, fermento biológico*” (Bia); “*Erlenmeyer, garrafa, forma de gelo, termômetro etc.*” (Nati); “*beker (sic), garrafa, elemern (sic)*” (Pati).

Note que a aluna Bia incluiu os materiais necessários para fazer a fermentação, e quando ela diz cana de açúcar, aparentemente se refere ao caldo de cana de açúcar anteriormente citado na sua hipótese. Nati e Bia indicam a garrafa, e provavelmente se referem ao condensador adaptado utilizado nos experimentos de destilação do vinho (Apêndice E4), como material necessário para realização de tal experimento. É importante salientar que ambas sugeriram “retirar a sacarose” para produzir o etanol. Quando questionadas sobre o retirar a sacarose, foi interpretado que seria necessário evaporar a água do caldo de cana, como forma de conseguir obter apenas a sacarose, fundamental para a produção do etanol. Tais respostas estão relacionadas com a questão três, que permite analisar de qual forma as alunas utilizariam cada vidraria e os reagentes citados, compreendendo melhor a proposta e estratégia procedimental sugerida.

A partir da terceira questão: *Represente por meio de um esquema ou desenho o procedimento experimental sugerido pelo grupo para produção do etanol*, foi possível inferir e relacionar as respostas com as questões 1 e 2. Foi possível observar na Figura 3 o esquema representativo dos processos de produção do etanol por meio do caldo da cana e do fermento biológico, proposto por Bia.

Figura 3 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Bia.

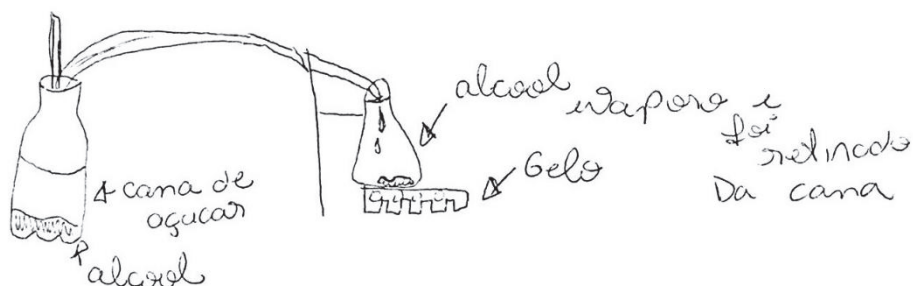


Fonte: Autoria própria.

Essa proposta foi considerada coerente, pois indica a possibilidade de haver fermentação, embora não tenha destacado as condições de temperatura para a ocorrência mais eficiente de tal processo. Observe que na questão 1, a estudante Bia apenas destacou o uso do fermento e cana de açúcar, apresentando dificuldade em expressar o nome processo, enquanto na representação esquemática ficou mais evidente o que se propõe a fazer experimentalmente. Isso pode ser um indicativo do quanto a linguagem científica, argumentativa e representações de reações químicas estão ausentes na interpretação dos estudantes. Carvalho (2013) estabelece que é preciso levar os estudantes da linguagem cotidiana à linguagem científica, e essa transformação das palavras apresenta um importante papel na construção de significados.

Já na Figura 4 a seguir, Nati tentou representar um esquema parecido com o que poderia ser utilizado para separar o etanol do caldo de cana já fermentado no laboratório, e não o processo de fermentação. Relacionando o esquema com as respostas das questões anteriores da estudante, pode-se constatar que na questão 1, ela expressou que retiraria a sacarose e a glicose para obter o etanol, estava se referindo que o processo de destilação seria uma possibilidade de separar os açúcares do etanol, ao invés de expressar que estes, por meio de reações químicas na presença do fermento biológico produzem esse álcool. Nota-se que o conceito de transformação química necessária para obtenção do etanol não está claro para a estudante.

Figura 4 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Nati.

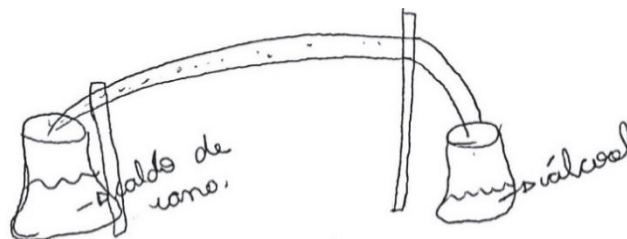


Fonte: Autoria própria.

Ressalta-se que no sistema esquematizado acima para a separação do álcool, foi representada uma mistura heterogênea, indicada por duas fases contendo o caldo de cana e álcool, ao invés de uma mistura homogênea. Entretanto, não pode ser descartada a possibilidade de destaque dessas fases serem indicadas a fim de demonstrar apenas os diferentes componentes, o caldo de cana e etanol. Outro aspecto observado consiste na representação de um termômetro como indicativo de haver aquecimento, além de na própria descrição da aluna citar que o álcool evaporou. A condensação, passagem do estado gasoso para o líquido, foi representada no frasco de coleta do etanol, que estaria sendo resfriado por gelo. Foi possível notar o uso de alguns conceitos científicos como de ebulição e resfriamento, que seriam úteis para explicar o processo de destilação, mas não está adequado para produção do etanol. Diante disso, a proposta procedimental foi considerada não coerente.

A estudante Pati também indicou um processo parecido com o de Nati, que foi discutido anteriormente, mas, com menos detalhes em informações a respeito dos materiais necessários para o processo de destilação (Figura 5). A estudante não indicou aquecimento para o sistema e nem um meio pelo qual a condensação pudesse ocorrer, apenas uma possível mangueira conectada aos dois frascos. O primeiro frasco contém o caldo de cana, sem destacar se este estaria fermentado, e no segundo consta o álcool coletado. A proposta foi classificada como não coerente.

Figura 5 – Proposta de experimento para produção do etanol da estudante Pati.


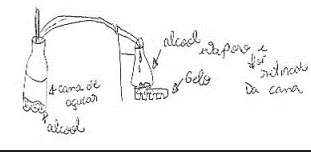



Fonte: Autoria própria.

Foi perceptível que os desenhos não são esquematizações exatas, mas pode-se considerar que as proposições de Nati e Pati, se enquadram vagamente em um processo de destilação. Essa ideia pode ter surgido a partir dos conceitos sobre propriedades específicas da matéria e mudança de fase discutidas no início do minicurso mediante aulas dialogadas e experimentais, assim como a informação presente no texto disponibilizado junto com o questionário.

O Quadro 9 sintetiza as categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais elucidadas pelas integrantes do grupo A:

Quadro 9 - Categorias das propostas e estratégias procedimentais individuais das integrantes do grupo A.

Estudante	Propostas experimentais	Estratégia procedimental	Categoria
Bia	<i>“Uso caldo de cana e fermento biológico.”</i>		Proposta coerente
Nati	<i>“Retirando a sacarose e a glicose vai obter o etanol.”</i>		Proposta não coerente
Pati	<i>“Retirando a sacarose da cana de açúcar você tem o etanol.”</i>		Proposta não coerente

Fonte: Autoria própria.

Diante das inferências das respostas individuais, pode-se constatar que apenas Bia conseguiu estabelecer um processo de transformação química para obtenção de uma nova substância, o etanol, embora em nenhum momento tenha destacado a palavra fermentação ou representou a equação da reação química que ocorre, possivelmente, por essa última exigir elevada capacidade de abstração, que segundo Meneses e Nuñez (2018) requer o uso adequado da linguagem da Química. Já as outras duas estudantes, Nati e Pati, tentaram propor um procedimento que se aproxima da destilação, processo que envolve transformações físicas. Observa-se que a ideia de reação química na obtenção de um novo composto ainda não está bem definido para essas estudantes, mesmo com o contato realizado durante o minicurso com esses temas, além da possibilidade de terem estudados esses conceitos no primeiro ano do Ensino Médio.

A dificuldade em interpretar problemas deve-se provavelmente ao método tradicional, no qual os estudantes recebem informações prontas durante a vida escolar. Para Mizukami (1986), trata-se de um ensino que se caracteriza por priorizar a variedade e quantidade de noções, conceitos e informações em detrimento da formação do pensamento reflexivo. Os próprios documentos oficiais, como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) destaca que o ensino de Ciências ainda é pautado no conteudismo, típico de uma relação de ensino que envolve transmissão-recepção, em que o professor transmite os conteúdos para os estudantes, de

maneira que este é considerado apenas um receptor dessas informações, que são momentaneamente memorizadas.

Portanto, concordamos com Sasseron e Carvalho (2011), ao propor uma alfabetização científica que contemplem conhecimentos e conceitos científicos e compreensão da natureza das Ciências. Para tanto, deve ser rompida a ideia de aulas exclusivamente expositivas, com questões que permeiam soluções pautadas em decorar leis e fórmulas sem que os estudantes sejam ativos e reflexivos para aplicar seus conhecimentos em diversas situações cotidianas.

5.4 Análise da proposta e estratégia procedimental realizada pelo grupo A

A primeira questão “*Converse com seus colegas de grupo e escreva a proposta experimental sugerida para produzir o etanol a partir do caldo de cana*”, buscou promover o início do diálogo entre as participantes do grupo A. Nessa sequência (turno 5 ao 24) do episódio 01, foi realizada a discussão sobre a proposta para obter o etanol, buscando acompanhar o raciocínio das estudantes. Esses diálogos estão no Quadro 10 abaixo.

Quadro 10 - Transcrição das falas do episódio 1-A: proposta de experimental para a produção do etanol (T₅ ao T₂₄).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas	Interação
5	Bia	(...) O que vocês acham?	Parcialmente efetiva
6	Pati	Que tem que tirar a: como que é o nome? Pera aí... a sacarose... não é?	
7	Nati	Tem que retirar a sacarose	
8	Bia	NÃO... Pra (sic) PRODUZIR	
9	Nati	Então... retira a sacarose da cana de açúcar e vai formar o etanol	
10	Bia	Pra mim (sic) precisa pegar o caldo de cana... acrescentar fermento biológico e esperar	
11	Nati	Hum... Eu acho que tem que tirar a sacarose e aí	
12	Bia	Não tem como tirar miga (sic) porque é feito tudo puro açúcar.	
13	Nati	E a frutose... porque a frutose do caldo de cana que vai então romper	
14	Bia	A frutose é a mesma coisa que açúcar... frutose... sacarose é a mesma coisa	
15	Pati	Então... mas o caldo contém açúcar	
16	Bia	Para... hipótese para PRODUZIR	
17	Nati	No caldo de cana tem o quê? Tem açúcar... bastante açúcar... o açúcar não pode ser retirado?	
18	Bia	Retira... mas é: olha o que eu tô (sic) pensando... não tem como porque é pura açúcar ... como eu vou tirar açúcar do açúcar?	
19	Nati	Então... por isso que eu tô (sic) falando... a sacarose é o açúcar?	
20	Bia	Eu acho que só tem que colocar o fermento biológico no caldo de cana	
21	Pati	Ah é	
22	Bia	Pra poder produzir etanol... porque como eu vou tirar açúcar do açúcar?	
23	Nati	Eu também não	
24	Bia	Ah... vou colocar como se (sic) fosse uma hipótese... primeiro retira a sacarose... aí depois a gente (sic) acrescenta o fermento... fermento biológico	

Fonte: Autoria própria.

Para iniciar, as próprias integrantes do grupo sugeriram que Bia iniciasse a leitura das questões. Essa sugestão foi acatada por Bia, que pronunciou cada questão em voz alta para as demais integrantes do grupo. Nota-se de maneira indireta o início das divisões de tarefas dentro do grupo. O respeito por opiniões e negociações de ideias pode envolver reformulações de concepções para resolução do problema, que contribui não apenas no contexto de socialização, mas uma forma de vivenciar o caráter social da Ciência (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Outro aspecto que vale ressaltar ocorre no término da leitura, em que Bia pergunta imediatamente a opinião das outras estudantes para auxiliar na decisão da proposta “(...) *o que vocês acham?*”. As estudantes Pati e Nati sugeriram as mesmas propostas quando responderam o questionário individual, que deveria ser retirada a sacarose do caldo de cana. A estudante Bia, a única das três que propôs um procedimento diferente quando questionada individualmente, demonstrou no T₈ não concordar com as demais, enfatizando que a intenção é de produzir o etanol, e propõe no T₁₀, que é necessário acrescentar fermento biológico no caldo de cana esperar. A estudante ainda destaca que deve aguardar um tempo para ocorrer a obtenção do etanol. Esse tempo para a ocorrência da fermentação nas usinas, tem duração média de 24 horas e o intervalo de temperatura para uma melhor atividade das leveduras é cerca de 30 a 35°C. Mas, como a quantidade é extremamente reduzida, quando comparada ao de uma usina, pode-se deixar um menor tempo.

Pode-se notar certa persistência de Nati, ao insistir na ideia de retirar a sacarose, mas não indicou para o grupo como pensou em realizar esse processo. Nati e Pati, nos T₁₅, e T₁₇ destacam que no caldo têm açúcar, mas Nati apresentou dúvida em relação ao significado das palavras açúcar, sacarose, frutose, perguntando para o grupo se significam as mesmas coisas nos T₁₃ e T₁₉. Bia tenta explicar que se tratam de açúcares, no entanto, não esclarece se são tipos de açúcares diferentes. A estudante ainda destaca que não seria possível retirar a sacarose do açúcar, uma vez que a sacarose é um açúcar que está presente no caldo de cana. Em nenhum momento foram pronunciadas concepções envolvendo a reação química, em que a sacarose é convertida em glicose e frutose para posterior formação do etanol. E como ninguém sugere uma forma de retirar esse açúcar do caldo, Bia decide, mostrando certa autoridade, colocar as duas propostas, nenhuma das outras integrantes se contrapõem. A resposta foi relatada no questionário da seguinte forma: “*retirar a sacarose do caldo de cana depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico*” (Grupo A - Bia, Pati e Nati).

Nota-se que a pretensão do grupo A caracteriza-se em realizar o experimento em duas etapas, a primeira consiste em separar a sacarose do caldo de cana e a segunda adicionar o fermento biológico na sacarose, supostamente retirada. Foi possível observar que nessa proposta a sacarose foi considerada essencial para produção do etanol, mas em nenhum momento a ideia de transformação química ou processo fermentativo foi pronunciado. Mediante as discussões apresentadas, considera-se que inicialmente as interações entre as estudantes foram consideradas parcialmente efetivas, pois os diálogos envolveram trocas de ideias que se relacionam com a estratégia procedimental, mas houve dificuldade para relacioná-la com os conhecimentos científicos, o que pode ter contribuído para cessar as discussões.

A segunda questão buscou saber quais seriam os materiais (vidrarias, equipamentos e reagentes) para o procedimento experimental. Esses materiais foram escolhidos sem o uso da ficha que contém algumas vidrarias e foi registrada da seguinte maneira em T₃₂: “*Béquer, caldo de cana, fermento Biológico*”, muito próxima do que Bia havia colocado no questionário individual. Não houveram discursos que contrapõem a respeito dessa decisão.

Na questão seguinte, “*Represente por meio de um esquema ou desenho o procedimento experimental sugerido pelo grupo para produção do etanol*”, foi proposto um procedimento para realizarem experimentalmente a proposta sugerida para produzir o etanol. Para fazer o desenho, foi solicitada a ficha contendo algumas vidrarias para a professora. A utilização dessa ficha se deve à falta de familiarização com algumas vidrarias laboratoriais, que comumente não são utilizadas nas aulas do ensino regular. Foi possível notar que houve uma participação mais efetiva das três integrantes do grupo na elaboração do desenho, assim como uma maior reflexão de como seriam realizadas cada etapa do processo.

A necessidade de elucidar o procedimento fez com que surgissem dúvidas em relação a proposta apresentada, e isso proporcionou uma maior interação entre as estudantes e destas com a professora. O grupo inicialmente propôs a separação da sacarose do caldo de cana, entretanto, a técnica necessária para tal procedimento não estava bem definida. Essa incerteza gerou inquietação no grupo, o que propiciou uma interação com a professora, para discutir as dúvidas que surgiram. Nos turnos 48 ao 75 que estão no Quadro 11, pode-se notar a necessidade da mediação da professora, para que o grupo conseguisse transitar suas ideias na ZDP.

Quadro 11 - Transcrição das falas do episódio 1-A: proposta de experimental para a produção do etanol (T₄₈ ao T₇₅).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Interação
48	Bia	(...) Aqui eu tô (sic) com uma dúvida aqui no tirar a sacarose... mas o caldo de cana não é puro açúcar? Como eu vou retirar a açúcar do açúcar?	Interação efetiva
49	Prof ^a	Vamos pensar... será que precisa retirar o açúcar?	
50	Nati	Porque é muita (sic) açúcar... é puro açúcar?	
51	Prof ^a	Têm água... sacarose... fibras... alguns minerais	
52	Bia	Ah... então é necessário mesmo tirar?	
53	Prof ^a	Nesse momento é vocês que precisam dizer né? Será que é necessário?	
54	Bia	Ah, eu acho que sim... já que tem minerais e água	
55	Prof ^a	O que vocês acham que tem no caldo de cana que é necessário para obter o etanol?	
56	Bia	Então... eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana	
57	Nati	Contém açúcar... água... fermento.	
58	Bia	Então, eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana... que seria a sacarose... certo?	
59	Prof ^a	Se for o que vocês acham... A sugestão para solucionar o problema é de vocês. O que vocês irão fazer?	
60	Bia	Eu vou pegar o caldo de cana e a água... e tirar o açúcar que seria a sacarose depois... NÃO... Acho que primeiro antes... não vai... eu acho que primeiro tem que tirar a sacarose aí depois acrescentar o fermento	
61	Prof ^a	Se essa é a hipótese... como vocês vão retirar a sacarose?	
62	Bia	Ai sora (sic) bem difícil heim...	
63	Pati	Com separação por exemplo ... a gente não fez a separação do álcool com o vinho?	
64	Bia	Não tem como fazer filtração... porque não dá	
65	Pati	A gente fez (sic) também a separação da areia com a água ... do óleo com água também ...	
66	Bia	Então acho que também tem que desenhar separando... Ah... aquele negócio de ... do sal lá ... separar o sal da água ... Ele seria de colocar no fogo até só ficar o sal certo?	
67	Nati	Isso...	
68	Bia	No açúcar ocorre o mesmo procedimento? Ou o açúcar... é porque ele derrete	

69	Nati	É... o açúcar derrete mais a água... ah ele vai ficar água doce...
70	Prof ^a	Entendi... e vocês lembram o nome desse processo? Ele seria interessante para produzir o etanol?
71	Bia	Ai sora... (sic) eu esqueço... igual do sal
72	Pati	É condensação?
73	Bia	Não... o de queimar... pelo amor de Deus
74	Nati	Evaporação?
75	Bia	É... que tem que evaporar a água

Fonte: Autoria própria.

Os turnos 48, 50 e 52 expressam as perguntas diretas das estudantes, com a intenção de obter uma resposta pronta, como ocorre comumente no ensino tradicional, em que são depositados nos estudantes excessivas quantidades de informações, ao invés de se privilegiar o pensamento reflexivo. (MIZUKAMI, 1986). No entanto, a professora procurou a partir do nível de desenvolvimento real das estudantes, intervir por meio de novos questionamentos, e estimular as próprias estudantes a elaborarem a resposta que buscavam. Isto se insere na perspectiva de Vygotsky, ao estabelecer que a mediação de alguém mais experiente, como o professor, é essencial para alcance de novos conceitos dentro do nível de desenvolvimento potencial do indivíduo (MORAES, 2011).

Nesse sentido, foi observado que começaram a refletir sobre a própria proposta. No T₅₇, Nati começa a pensar na composição do caldo de cana a partir da fala da professora, e Bia, no T₅₈, destaca que a substância necessária para produção do etanol é a sacarose: “*Então eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana ... que seria a sacarose (...)*”. A palavra reagir, mostra que a estudante tem noção que vai ocorrer uma reação química, ao colocar o fermento biológico no caldo contendo a sacarose.

Na sequência, T₆₁, a professora tenta intervir “*Se essa é a hipótese... como vocês vão retirar a sacarose?*”, buscando estimulá-las a refletirem sobre o meio pelo qual retirariam o açúcar. As estudantes começaram a introduzir uma linguagem mais comumente utilizada nos processos de separação física, substituindo o termo “retirar” por “separar” a sacarose. Após a significação da palavra separação, houveram tentativas de buscar qual técnica de separação seria a mais adequada. Pati em T₆₃ e T₆₅ tenta relacionar a proposta com alguns experimentos realizados durante o minicurso, que envolviam diferentes meios de separação de misturas homogêneas e heterogêneas, como a separação

do álcool do vinho, areia e água, óleo e água. Isso mostra que a aluna começou a estabelecer conexão com os conhecimentos já existentes para conseguir chegar a solução da situação problema de interesse. Já Bia, associa o processo de separar sal de cozinha e água, como destacado respectivamente nas falas nos T₆₆ e T₆₈: “(...) Ah... aquele negócio do sal lá... separar o sal da água... Ele seria de colocar no fogo até só ficar o sal certo? (...) No açúcar ocorre o mesmo procedimento? (...) porque ele derrete”.

Ressalta-se que, durante o minicurso, não foi feito nenhum experimento de evaporação ou ebulição da solução de cloreto de sódio, mas que, durante as aulas, foi utilizado como exemplo da evaporação da água que ocorre nas salinas, para explicar tal processo, assim como o processo envolvendo aquecimento, chamado de ebulição. Geralmente, a separação de misturas homogêneas contendo um sólido e um líquido pode ser feita por meio da destilação simples, ou apenas aquecer o líquido até sua temperatura de ebulição, para que este passe da fase líquida para a gasosa, restando somente o sólido que se deseja separar.

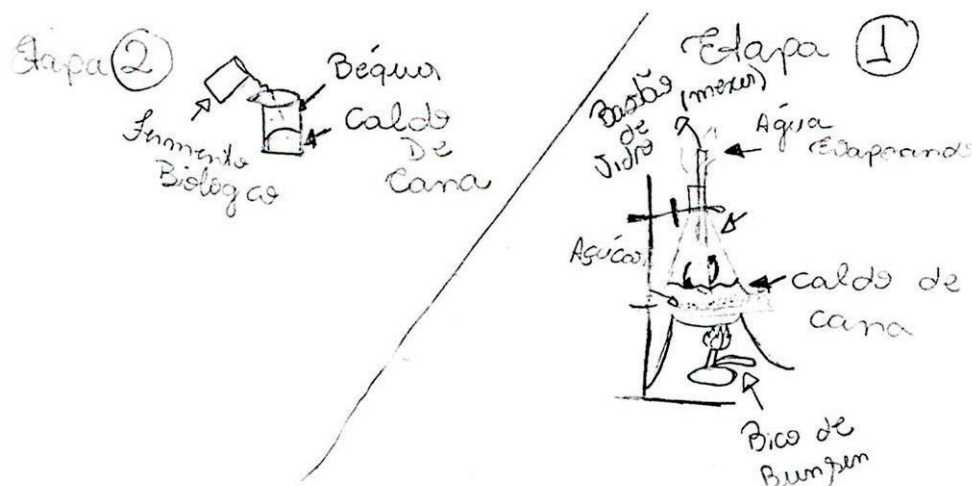
Outro aspecto destacado foi o pronunciamento frente as evidências observadas cotidianamente, neste caso, a caramelização da sacarose, quando a estudante descreve que o açúcar poderia derreter quando aquecido. Deve ser considerado que as características físicas e químicas dessas duas substâncias são bastante distintas, enquanto o sal de cozinha ou cloreto de sódio (NaCl) é um composto iônico inorgânico, a sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁) é uma substância molecular orgânica. As temperaturas de fusão, por exemplo, são respectivamente 801°C e 185°C para essas substâncias. Ficou evidente que a utilização de conhecimentos espontâneos partiu de experiências pessoais concretas (VYGOTSKY, 2008), e para estabelecer tais relações, a estudante não pensou estritamente em conceitos químicos e físicos que permitiram ocorrer o fato observado. Essa percepção também foi evidenciada na fala de Nati, no T₆₉, ao relatar que a água ficaria doce, o que na linguagem química poderia ser interpretado como uma solução mais concentrada.

Em T₇₀, a professora procurou mediar o diálogo no nível de desenvolvimento potencial das estudantes, partindo de conhecimentos já internalizados nas estudantes sobre as transformações de estados físicos da matéria envolvidos na produção do etanol. Pati relatou que o processo usado poderia ser a destilação, mostrando conexão com a ideia que sugeriu na proposta individual, e que, poderia ser utilizado neste caso para separar a sacarose dos demais constituintes do caldo de cana. Nati propôs fazer apenas o processo de ebulição. As estudantes estabelecem que o procedimento poderia ser realizado em duas

etapas, a primeira para separar sacarose dos demais constituintes do caldo de cana pelo processo de ebulição, e a segunda para obter o etanol a partir da mistura do fermento biológico com a sacarose. De maneira geral, pode-se observar que o diálogo envolveu trocas de ideias que foram ganhando significações referentes aos conhecimentos científicos, que se relacionaram com a estratégia experimental proposta, envolvendo uma interação efetiva e que, foi potencializada com a mediação da professora. A função de mediadora possibilitou o envolvimento das estudantes na atividade, o que indica que essa participação é fundamental na construção do conhecimento do estudante. A proposta experimental sugerida foi descrita da seguinte maneira: “Retirar a sacarose do caldo de cana depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico” (Grupo A).

A figura 6, apresentada a seguir, representa a proposta do procedimento experimental do grupo A para produção de etanol.

Figura 6 – Proposta de experimento para a produção do etanol do Grupo A.

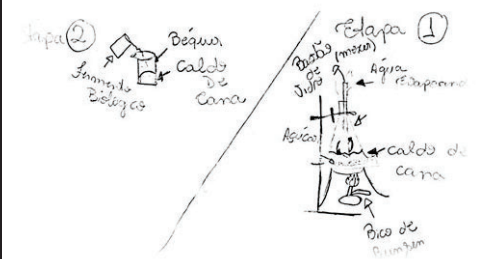


Fonte: Autoria própria.

A expressão na forma de desenho foi bastante detalhada pelos estudantes, que organizaram suas ideias e reflexões de maneira a promover um diálogo que ilustrasse a proposta procedimental. Para Sasseron e Carvalho (2010), a ilustração de uma informação ocorre quando a imagem carrega em si algum significado já representado na linguagem escrita. Pode-se observar que no desenvolvimento do desenho e das falas que ocorreram ao longo desta atividade, foram apresentadas maior riqueza de informações quando comparada com as propostas individuais escritas, demonstrando apresentar relevância na

construção de novos significados. O Quadro 12 a seguir, sintetiza e classifica a proposta experimental e estratégia procedimental sugerida pelo grupo A.

Quadro 12 - Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo A.

Grupo	Proposta experimental	Relações conceituais	Categoria
A	<p><i>“retirar ((separar)) a sacarose do caldo de cana depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico.”</i></p>	<p>T₅₈ - Então... eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana... que seria a sacarose.</p>	<p>Proposta coerente</p>
	<p>Estratégia procedimental</p> 		

Fonte: Autoria própria.

Na etapa 1, foi definido o processo de ebulição, para diminuição do volume de água do caldo de cana e, na etapa 2, a fermentação, a partir da adição de fermento biológico no caldo de cana. Embora a palavra fermentação não tenha sido pronunciada, a explicação de Bia em T₅₈, já mencionada anteriormente, evidenciou que ocorreria uma reação química. Ressalta-se que as estudantes pretendiam inserir o fermento biológico na sacarose separada dos demais constituintes, embora tenham escrito caldo de cana no desenho. Em nenhum momento houve preocupação em controlar as condições de temperatura que iriam ocorrer tais processos.

Lima (2012) destaca que em temperaturas elevadas, acima de 140 °C, o aquecimento da sacarose pode provocar degradação térmica, que consiste na formação de caramelos provenientes da degradação e condensação da glicose e frutose, moléculas que compõem a sacarose. Essa etapa é comumente usada em usinas sucroalcooleira, para a produção de açúcar, para obter um caldo mais concentrado, chamado xarope, antes da etapa de cristalização. Já na produção do etanol, não há necessidade de concentrar o caldo antes da fermentação. Pode ocorrer um aquecimento rápido, de cerca de cinco minutos à 100 °C, no entanto, com a finalidade de eliminar alguns microorganismos indesejáveis na

fermentação. Outro aspecto está na adição do fermento biológico, que não deve estar em uma temperatura muito elevada, pois inativa a atividade da levedura.

Embora as estudantes não tenham considerado as condições que a reação deveria ocorrer, e que esses conceitos tivessem sido estudados no experimento que envolveu a fermentação do pão durante o minicurso e de não ser necessário separar ou concentrar a sacarose para realizar a fermentação, a proposta foi considerada coerente, pois as estudantes envolveram conhecimentos científicos no campo da Química relacionados a fermentação do etanol, estabelecendo estratégias que foram capazes de solucionar o problema apresentado. Notou-se que em alguns momentos utilizaram a palavra reagir e escolheram os “reagentes” corretos, embora não tenham pronunciado verbalmente ou por escrito a linguagem química que resultaria na produção do etanol. Essa proposta foi confirmada na entrevista (Apêndice J), quando a professora perguntou se o fermento fosse colocado direto no caldo, sem passar pela etapa de ebulição, iria dar certo, as estudantes responderam que seria possível.

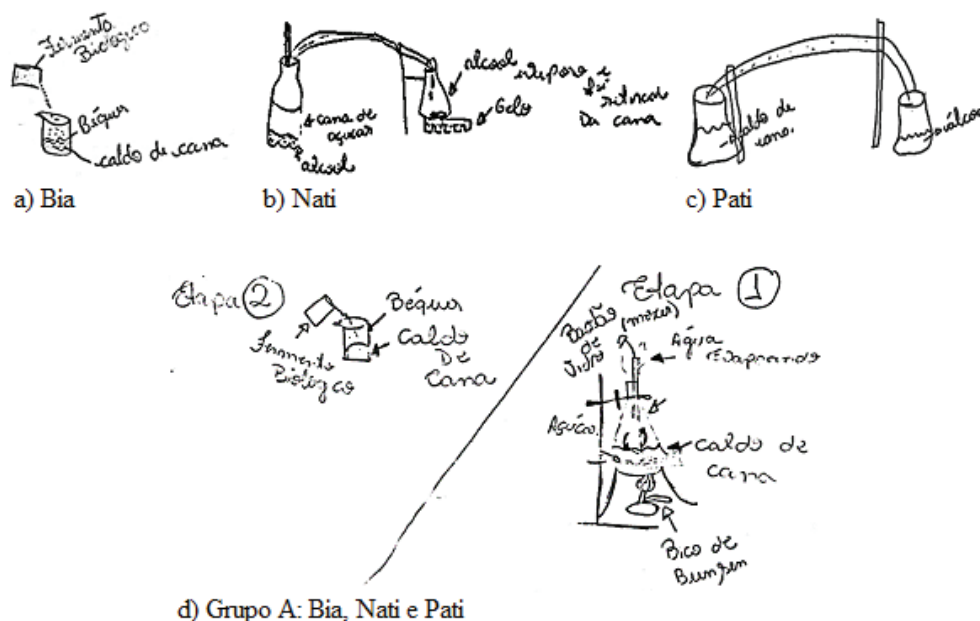
Quadro 13 - Transcrição das falas da entrevista sobre a produção do etanol do grupo A (T₁₃ ao T₁₅).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas
13	Prof ^a	(...) Então, se colocasse o fermento direto, sem fazer esse processo, será que iria dar certo?
14	Bia	Sim
15	Nati	Daria, mas a gente quis vê (sic) como que seria

Fonte: Autoria própria.

A Figura 7 a seguir, representa as três proposições individuais (a, b e c), respectivamente por Bia, Nati e Bia e a feita em grupo por essas estudantes.

Figura 7 - Relação das propostas do procedimento experimental individuais e em grupo para produção do etanol.



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar as imagens, pode-se notar que houve algumas mudanças na proposta realizada em equipe em relação as sugestões individuais. A ideia de colocar fermento biológico no caldo de cana se manteve, no entanto, o caldo seria submetido previamente ao aquecimento, na tentativa de remover por ebulição a água do caldo de cana, concentrando a sacarose. Pode-se notar que a ideia de Bia de adicionar o fermento biológico foi aceita, somente depois de conseguir explicar para as outras duas integrantes, que a sacarose consiste no açúcar, pois para Nati e Pati, isso não estava claro.

Foi por meio da comunicação possibilitada pela linguagem que os significados foram compartilhados, havendo maior percepção e interpretação do problema experimental apresentado e das propostas sugeridas pelas estudantes. De acordo com Rego (1995, p 41-43), o contexto social influencia no desenvolvimento mental, considera-se o contexto social, neste caso, as interações que ocorreram entre as estudantes, que propiciaram reformulações e adaptações de ideias ao longo da atividade. Ressalta-se que a Bia teve um papel relevante na aprendizagem de Nati e Pati, característica de um trabalho coletivo, que de acordo com Carvalho (2013), os estudantes estão próximos em relação ao nível de desenvolvimento real, o que facilita o entendimento entre eles, podendo ser desenvolvidos conhecimentos e habilidades com orientação dos próprios colegas.

A intenção de separar a sacarose do caldo elencada por Pati e Nati, inicialmente não foi consentida por todas as integrantes, o que gerou interações dialógicas mais intensas, pois a compreensão de qual técnica utilizar e o objetivo de fazer tal escolha ainda estava em processo de construção. Foi a partir dessa dúvida que o grupo solicitou auxílio à professora, que teve a função de mediar o discurso em alguns momentos da atividade, nos turnos 49, 51, 55, 61 e 70, procurando instigar as estudantes a refletirem sobre as próprias incertezas pronunciadas. As palavras foram ganhando significados e a elaboração da proposta do procedimento experimental foi se definindo.

Vale ressaltar que partindo das concepções individuais, os diálogos gerados ao longo do desenvolvimento da atividade foram proporcionando novas concepções para a resolução do problema, deixando de ser um trabalho de somatório de ideias individuais, para uma atividade sociointeracionista, com trocas de opiniões que permitiram ocorrer no nível de desenvolvimento potencial, a fim de estabelecer um consenso final. Segundo Mortimer e Scott (2002), a aprendizagem não é a substituição de concepções que o indivíduo já possui pelos novos conhecimentos científicos, mas se estabelece uma negociação de novos significados num espaço comunicativo, no qual as interações discursivas são constituintes do processo de construção de significados.

Foi possível notar que nessa etapa houve um trabalho coletivo, onde todas as propostas apresentadas foram colocadas em discussão, embora principalmente no início tenha sido perceptível certa autoridade em uma das integrantes, a Bia, que sempre em primeira pessoa do singular, pronunciava as decisões tomadas. Tal fato pode estar relacionado a vivência de trabalhos realizados em grupo na educação escolar, que geralmente são pautados em um ensino que se alicerça em bases tradicionais de ensino, se restringindo apenas a união de percepções individuais, sem considerar as trocas de ideias. Para Carvalho (2013), se a atividade for realizada como resultado da soma de trabalhos individuais, não desenvolvem-se na ZDP do estudante, prevalecendo assim, somente o que o estudante já sabe.

De maneira geral, pode-se considerar que a elaboração de propostas para solucionar o problema referente a produção de etanol, que ocorreu nesta primeira etapa da atividade experimental investigativa, propiciou interações que contribuíram para que os estudantes pudessem de maneira ativa refletir sobre as propostas apresentadas individualmente e por meio da discussão em grupo puderam ressignificar esses conceitos. Essa característica está de acordo com Azevedo (2004), ao dizer que a resolução de problema pelo método investigativo deve fazer com que o estudante passe de uma postura

passiva para aprender a pensar, verbalizar, escrever e elaborar raciocínios que justifiquem suas ideias.

5.5 Análise dos diálogos e atitudes das estudantes do grupo A durante o desenvolvimento experimental

A parte experimental, referente ao segundo episódio, foi iniciada após os grupos sugerirem a proposta experimental para obtenção do etanol. Os grupos foram até o laboratório e imediatamente começaram a pegar os materiais necessários para o experimento. Nesse momento, foi possível notar certa autonomia, que ainda não havia sido demonstrada. Além disso, foi percebido uma responsabilidade com o que estavam se propondo a fazer. Ressalta-se que o áudio só foi ligado no momento em que iniciou o processo na bancada. A transcrição se encontra no Apêndice I2, referente ao episódio 02-A.

As integrantes do Grupo A, que optaram por montar um sistema de aquecimento para separar a sacarose e, em seguida, adicionar o fermento biológico, após organizarem os materiais referentes a primeira e segunda etapa, iniciaram a realização do experimento. Elas iniciaram decidindo a quantidade de caldo de cana que iriam colocar para aquecer:

Quadro 14 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T_{100/105} ao T₁₀₇).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas	Categoria
100	Pati	Coloca tudo aí dentro	Interação efetiva
105	Bia	Vou colocar só um pouquinho	
106	Pati	Por quê? Não pode pôr tudo?	
107	Bia	Não... poder pode... mas vai demorar mais tempo para evaporar	

Fonte: Autoria própria.

Foi possível notar que Bia continuou a desempenhar uma postura de liderança dentro do grupo, mas interage com as demais integrantes, muitas vezes, para explicar algo para as demais estudantes. Pati sugeriu colocar uma grande quantidade de caldo de cana dentro do erlenmeyer, Bia discordou e esclareceu o motivo de não querer colocar uma grande quantidade de volume, pois acarretaria em um maior tempo para o caldo entrar

em ebulição, no entanto, se o volume for pequeno, menor será o percentual de sacarose disponível para o posterior processo de fermentação. O sistema do processo de aquecimento montado pelas estudantes está representado na Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Processo de aquecimento sugerido pelo grupo A.



Fonte: Autoria própria.

Após iniciarem o processo, as estudantes esperaram o caldo entrar em ebulição e reduzir seu volume, durante esse tempo, começaram a observar as propostas de experimentos dos outros grupos, e a discutir sobre a possibilidade de estarem certas ou não, uma vez que nem todas as propostas foram iguais. Isso gerou a curiosidade a respeito de qual proposta seria a mais adequada. Foi possível notar uma grande preocupação em acertar, ou seja, conseguir produzir adequadamente o etanol. Na fala de Bia (T₁₂₀) “*Acho que o nosso está certinho*”, verifica-se a preocupação em não errar. Essa característica provém de uma falsa ideia de seguir um roteiro infalível, que acontece corriqueiramente nas experimentações tradicionais, o que corrobora com a visão de uma ciência rígida, algorítmica, exata e infalível. Essa característica foi apontada por Borges (2002), que enfatiza que quando o estudante não consegue chegar ao resultado previsto, fica decepcionado, e que o erro pode interferir de forma negativa em sua nota. O erro é defendido por Carvalho (2013); Gibin (2013); Oliveira (2009) e Borges (2002) como um fator de grande potencial pedagógico, pois é a partir dele que podem ser desconsideradas as variáveis que não deram certo, seguir outro caminho para solucionar o problema, além de poderem ser explorados de maneira a contribuir para novas aprendizagens.

As estudantes começaram a relacionar o experimento com os demais grupos, e passaram a refletir sobre as etapas de sua proposta.

Quadro 15 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₁₂₄, T₁₃₀ e T₁₃₁).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas	Categoria
124	Bia	Aí depois a gente vai (sic) colocar o fermento no açúcar	Interação efetiva
130	Nati	Eu pensei que a gente ia fazer parecido com esse daqui óh... mas esse daqui não tem separação ((compara o experimento com o do grupo C))	
131	Bia	Esse daí é para retirar o álcool... não têm como tirar o álcool da cana de açúcar... a cana de açúcar não tem álcool	

Fonte: Autoria própria.

A estudante Bia demonstra saber que não tem como separar o álcool do caldo de cana antes de obtê-lo, estando consistente com a proposta apresentada. Notou-se que na comparação com a proposta do grupo C, que em uma primeira tentativa, não acrescentou fermento biológico no caldo de cana e apenas realizou a destilação, fez as participantes do grupo A refletirem sobre ambas as propostas. A Nati, no T₁₃₀, relembra que antes da etapa em grupo, pensava que a maneira correta de fazer o experimento seria por destilação, processo que foi evidenciado na sua resposta na etapa individual. Na mesma frase, ela expressa que não seria mais esse processo, pois o objetivo não era separar o etanol. Notou-se que uma nova concepção da estudante, que foi estruturada a partir das interações com as outras integrantes e reflexões mediadas pela professora. Esses conhecimentos foram construídos ao longo das interações que ocorreram durante a atividade. Nesta etapa procedimental, foi possível notar uma mudança de pensamento por meio das palavras, o que vai ao encontro com as ideias de Vygotsky (2008), ao evidenciar que a linguagem apresenta um importante papel mediador entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

Observar os outros grupos fez o grupo A refletirem em novas possibilidades. A Bia, por exemplo, elenca a possibilidade de ter colocado o fermento antes do aquecimento, e depois fazer o processo de destilação, pois dessa maneira já seria coletado o etanol: *“Agora que tô (sic) pensando... eu acho que a gente deveria ter colocado o fermento aqui dentro... colocado aquele negócio ((equipamento de destilação)) pro (sic) etanol cair dentro do copinho”* (Bia, T₁₄₁). Mesmo essa ideia aparecendo ao longo do processo, ao observar outro grupo, não foi colocada em prática pelo grupo A e continuaram com a proposta inicial. No entanto, diferente do grupo C, mesmo com a

possibilidade de fazer uma destilação, foi destacado em sua fala a necessidade do fermento biológico na obtenção do etanol.

Foi perceptível durante essa etapa experimental a interferência do *outro*, em especial, de como as propostas dos outros grupos acabaram por interferir nos diálogos e atitudes dos demais, fazendo-os se refletir sobre os seus próprios experimentos. Isso indica que o meio ao qual o indivíduo se insere influencia seus pensamentos e ações. Para Vygotsky (1984), o funcionamento psicológico é baseado na interação dialética entre o homem e a sociedade a qual se insere, em que é construída em um processo de nível social para o individual.

Observou-se uma ansiedade em relação ao final do processo, pois as estudantes decidiram retirar um pouco do caldo de cana que estava do erlenmeyer aquecendo, intencionando fazer com que o processo de ebulição da água pudesse ocorrer mais rápido: “Óh... aí a gente vai esperar... a gente pode tirar um pouco da garapa pra ser mais rápido... vai demorar muito tempo” (Nati, T₁₄₈). Por isso, optaram por retirar uma quantidade de caldo de cana que estava aquecendo, sem terem a percepção de que uma menor quantidade de caldo de cana acarretaria em uma menor quantidade de sacarose.

Durante o aquecimento, foi possível notar em suas falas várias evidências que foram surgindo sobre o experimento, como o cheiro, viscosidade, cor. Na construção do conhecimento científico, essas evidências são essenciais na formulação de hipóteses (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Quadro 16 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₁₈₀ ao T₁₈₄).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas	Categoria
180	Bia	Aí depois a gente vai colocar o fermento no açúcar	Interação efetiva
181	Pati	Cheiro quando minha mãe tá (sic) fazendo pudim...aí que delícia	
182	Nati	Ele já tá (sic) engrossando... óh analisa cada detalhe... óh	
183	Pati	É o açúcar	
184	Bia	É o açúcar... aí vai diminuir... aí vai evaporar o líquido... aí vai ficar mais o açúcar... a gente joga o fermento mexe... mexe... mexe... mexe... mexe e tampa pro (sic) álcool não evaporar	

Fonte: Autoria própria.

A partir das evidências apresentadas pelas estudantes, o caldo estava ficando cada vez mais espesso devido a ebulição de parte da água durante o aquecimento. Esse caldo concentrado em sacarose, é chamado nas usinas de xarope. No entanto, possivelmente a sacarose presente no caldo estava em temperatura suficiente para ocorrer a caramelização, pois a cor escura e o cheiro destacados nas falas são indícios da formação de caramelos. Novamente, foi possível observar a relação com o conhecimento cotidiano referente à caramelização do açúcar.

A medida que se observam as evidências, surgiram reflexões a respeito do processo, pois Bia (T₁₈₄) reforça para as outras integrantes que ao diminuir o volume da água, o açúcar em contato com o fermento produzirá o etanol. Foi possível observar que a palavra evaporar, constantemente apresentada nas falas, refere-se ao processo de ebulição, pois nessa mudança do estado líquido para o gasoso foi realizado por meio de aquecimento suficiente para atingir a temperatura de ebulição da água.

No decorrer da execução do experimento, foi possível observar que as dúvidas geradas foram discutidas entre as próprias estudantes. Nos T₂₀₂ -T₂₀₆, Bia esclarece o procedimento ao ser questionada por Nati sobre as etapas posteriores. Bia utilizou as evidências químicas em sua explicação para Nati, ao expressar que após tampar o sistema deve-se esperar para verificar se obteve o etanol, destacando que o cheiro característico seria um indicativo de obtenção dessa substância.

Quadro 17 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₂₀₂ ao T₂₀₆).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas	Categoria
202	Nati	A primeira etapa... depois disso nós vai (sic) colocar o fermento biológico?	Interação efetiva
203	Bia	Óh vou te explicar... aqui nós vamos esperar... vai ficar só o açúcar certo? Aí a gente vai tirar... não... a gente nem precisa tirar... eu acho que se a gente colocar no béquer para mexer	
204	Nati	É... porque o béquer já ta (sic) aqui né... aí coloca fermento biológico	
205	Bia	Aí coloca fermento o que sobrou daqui e mexe e tampa... depois a gente (sic) espera e cheira e vê o etanol	
206	Nati	Entendi	

Fonte: Autoria própria.

Em alguns momentos a professora procurou mediar os diálogos, para estimular a interpretação das observações destacadas pelas estudantes, de maneira a estabelecer uma relação entre os aspectos macroscópicos e microscópicos (atômico-moleculares) dos processos envolvidos. Destacam-se os turnos 242 ao 251 como exemplos da discussão sobre essas relações:

Quadro 18 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₂₄₂ ao T₂₅₁).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Categoria
242	Nati	Olha onde tava (sic) e como já diminuiu	Interação efetiva
243	Bia	Pra caramba	
244	Prof ^a	E porquê? Porque está diminuindo?	
245	Bia	Porque tá (sic) saindo água	
246	Nati e Pati	Tá (sic) evaporando	
247	Pati	Do líquido pro gasoso	
248	Bia	O que tá (sic) evaporando é a água	
249	Prof ^a	E o que é evaporar?	
150	Bia	É separar não é? Professora é passar de líquido pra gasoso	
251	Nati	É passar do estado líquido para o gasoso	

Fonte: Autoria própria.

Notou-se que foram discutidos os conhecimentos sobre transformações físicas, especificamente a passagem do estado líquido para o gasoso por meio da ebulição, embora o processo envolvido seja o de ebulição. Foi observado um avanço em relação ao primeiro questionário (Apêndice B), aplicado no início do minicurso, o qual indicou que os mesmos apresentaram dificuldades em relacionar processos de transformação com os respectivos estados físicos da matéria. Já durante a experimentação e verificação de evidências, elas conseguiram estabelecer essas conexões.

Após a primeira etapa, as estudantes colocaram o fermento biológico no líquido viscoso obtido após a ebulição do caldo de cana. Ressalta-se que as estudantes não utilizaram o termômetro e em nenhum momento demonstraram preocupação sobre as condições de temperatura envolvidas para tal reação acontecer. Ao misturar o fermento biológico no caldo, as estudantes observaram rápida liberação de gás, demonstrando ficar impressionadas com o ocorrido, como demonstrado nos turnos 271 ao 273.

Quadro 19 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₂₇₁ ao T₂₇₄).

Turnos	Estudantes	Transcrição das falas
271	Nati	Óh...Óh...Óh...olha sora (sic)... O Pati vem ver
272	Pati	Deixa eu ver
273	Nati	Viu?
274	Grupo B	Nossa... borbulhou... que lindo

Fonte: Autoria própria.

Uma integrante de outro grupo se envolveu para ver o experimento em T₂₇₄ demonstrou interesse com o que estava ocorrendo no experimento do grupo A. Esse entusiasmo pode estar relacionado com a curiosidade e motivação, pois foram perceptíveis o interesse e o envolvimento quando se observam mudanças de cor, temperatura, desprendimento de gás. Os autores Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) relatam que tanto os professores quanto os estudantes têm vivenciado momentos em que aprender se torna um prazer quando vivenciam metodologias investigativas, uma vez que se espera um envolvimento mais intenso e possivelmente um avanço em relação aos conceitos, ao se estreitar o elo motivação-aprendizagem.

Ao serem questionadas sobre as evidências observadas na adição do fermento, as estudantes relataram que a formação de gás ocorreu devido a presença de glicose, mostrando compreender que este composto na presença de fermento biológico propiciou tal fenômeno. Neste momento, a palavra gás não foi pronunciada, e na concepção das estudantes, a temperatura também foi um influenciador de liberação do gás, no caldo fermentado, ressalta-se que o fogo já havia sido desligado e a temperatura havia sido diminuída. Nos turnos 279 à 282 estão apontadas algumas dessas falas:

Quadro 20 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₂₇₉ ao T₂₈₅).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Categoria
279	Prof ^a	Por que será que aconteceu isso?	Interação parcialmente efetiva
280	Bia	Porque tá [sic passim] quente e já tá super... tá com muita glicose... muita açúcar (sic)... por isso que tá fazendo isso --- Tá bom amiga de fermento... Miga (sic) coloca mais um pouquinho de fermento... tá vendo que ainda tá formando uma espuma branca?	
281	Nati	E se deixar o fogo ligado? Talvez ele borbulha	
282	Bia	Aí vai evaporar o álcool e a gente [sic passim] não quer que evapora... a gente não quer separar... a gente quer que produz	
284	Pati	O que você acha que aconteceu? Me explique Nati	
285	Nati	Ah foi... conforme tava (sic) quente eu acho que ainda na cana de açúcar... tinha bastante açúcar quando colocou o fermento biológico começou a borbulhar	

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que Nati pretendia aquecer novamente a mistura, mas Bia enfatiza que se fizerem isso, o etanol poderia vaporizar, indicando uma relação com a temperatura de ebulição do etanol, evidenciando que possivelmente houve a formação do etanol. Além de deixar evidente que este procedimento seria necessário para separar o etanol. No entanto, nenhuma das estudantes atentou-se que em altas temperaturas poderia ocorrer a inatividade das enzimas presentes no fermento biológico. Neste trecho, os termos como transformações, reações químicas ou fermentação não foram pronunciados, para relacionar o enunciado, caracterizando-se em parcialmente efetivo.

No decorrer dos turnos 302 ao 317, a professora questionou o termo espuma usado nas falas, Nati relacionou com a temperatura, possivelmente, por tê-las relacionado com as “bolhas de gás” formadas quando o líquido estava em ebulição, antes do processo fermentativo. Já Bia responde que deve-se a formação do gás, no entanto, relata que este gás é o oxigênio ao invés do gás carbônico.

Quadro 21 - Transcrição das falas do episódio 2-A: parte experimental para a produção do etanol (T₃₀₂ ao T₃₁₇).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Categoria
302	Bia	Mas você não viu o que aconteceu	Interação efetiva
303	Pati	O que aconteceu? Eu vi sim... subiu	
304	Bia	Aí...subiu o quê?	
305	Pati	O negócio quando você colocou o fermento	
306	Bia	Não subiu... fez espuma	
307	Pati	Eu olhei...tava (sic) subindo	
308	Prof ^{ta}	E por que que fez espuma?	
309	Nati	Por causa da quentura?	
310	Bia	É o oxigênio... ah é o gás:: é o gás por causa do encontro com o açúcar e o fermento --- Agora professora eu só espero que isso comece a subir ((encher a bexiga))	
311	Nati	Porque se não subir a gente vai ter um treco	
312	Prof ^{ta}	E por que tem que encher?	
314	Bia	Para saber... pra ver se tem álcool mesmo... por causa do fermento	
315	Nati	Gás	
316	Bia	Por causa do gás... por causa do quê?	
317	Nati	Por causa do gás carbônico	

Fonte: Autoria própria.

Após adicionar o fermento biológico, a estudante Bia solicitou uma bexiga para tampar o erlenmeyer, com a intenção de que o gás liberado enchesse a bexiga. Nesse momento, as estudantes demonstraram grande ansiedade frente aos resultados esperados, dizendo que esperava que a bexiga enchesse rápido. Durante o diálogo, Nati explicou para Bia que foi liberado o gás carbônico e não o gás oxigênio, pois Bia havia dito que seria o oxigênio. Foi possível ver que gradativamente a autoridade de Bia foi diminuindo, enquanto que a autonomia e iniciativa das outras integrantes foram ganhando espaço, assim como as articulações dos procedimentos realizados com os conceitos químicos.

A Figura 9 a seguir representa o caldo com adição do fermento biológico após o aquecimento realizado.

Figura 9 - Caldo de cana imediatamente após a adição do fermento biológico.



Fonte: Autoria própria.

Na finalização dessa etapa da atividade, Bia destacou que aguardariam a liberação do gás como indício de ocorrência de reação química: *“Agora a gente vai observar o que vai acontecer... se vai ter reação ou não... ficou mais escuro... formou bolhas no começo na hora que acrescentamos o fermento”* (Bia, T₃₂₅). Foi possível notar a relação entre as evidências com a possibilidade de ocorrência de reação química, o que é interessante, uma vez que tais relações podem promover reflexões sobre os aspectos abstratos sobre uma reação química.

Considerando os dados apresentados, foi possível notar uma postura mais ativa das estudantes durante a atividade experimental e houve interações mais efetivas principalmente durante o surgimento de dúvidas. Vale ressaltar que algumas concepções foram estruturadas ao longo dos diálogos que ocorreram entre as próprias estudantes e, em alguns momentos, a professora procurou estimular a transição da linguagem cotidiana para a linguagem científica, a fim de estabelecer uma significação dos conceitos envolvidos nas etapas realizadas.

Outro aspecto observado foi a excessiva preocupação e comparação entre as propostas e procedimentos dos grupos, onde o “medo de errar” foi bastante pronunciado. Ressalta-se que a atividade experimental investigativa considera o erro extremamente importante para a aprendizagem, no entanto, a vivência de punição dos erros se faz presente nas concepções dos estudantes, o que deve ser gradativamente minimizado por meio de metodologias que privilegiem o seu potencial pedagógico.

Nas atividades experimentais investigativas é possível explorar aspectos de aprendizagem cognitiva, procedimentais e atitudinais (Pozo, 1998). Em especial, na etapa experimental, foi possível notar que as interações e os diálogos gerados também contribuíram para o explorar e desenvolver algumas atitudes.

As principais atitudes observadas durante a atividade experimental foram baseadas no trabalho de Oliveira (2009) e optamos por classificadas em integral (quando foi desempenhada em toda etapa de resolução e execução da atividade experimental, sem sofrer oscilações); parcial (quando houve aumento ou diminuição da postura de tal atitude desempenhada ao longo do processo) e não evidenciada (quando não foi demonstrada ou observada durante a realização do processo).

No Quadro 22 a seguir, elencamos e categorizamos alguns aspectos relacionado as atitudes e participação das integrantes durante a realização da parte experimental da atividade investigativa.

Quadro 22 - Classificação das atitudes desenvolvidas durante a experimentação investigativa.

Atitudes/ Habilidades procedimentais	Estudante		
	Bia	Nati	Pati
Iniciativa	Integral	Integral	Integral
Autonomia	Integral	Parcial	Parcial
Perseverança	Integral	Integral	Integral
Curiosidade	Parcial	Parcial	Parcial
Motivação	Integral	Integral	Integral
Cooperação	Integral	Integral	Integral
Ansiedade	Parcial	Parcial	Parcial
Liderança	Parcial	Não evidenciada	Não evidenciada
Domínio de técnicas laboratoriais	Integral	Integral	Integral
Execução estratégica e reflexiva dos procedimentos	Integral	Parcial	Parcial

Fonte: Autoria própria.

As estudades Nati e Pati apresentaram um aumento de autonomia a medida que as significações tanto dos conceitos científicos, quanto das técnicas experimentais foram se estabelecendo por meio dos diálogos, pois inicialmente demonstraram-se inseguras com a proposta, enquanto Bia se manteve confiante desde o início. As estudantes

demonstraram curiosidade desde quando o problema foi apresentado, mas essa foi gradativamente aumentando, e foram expressas principalmente quando as evidências químicas começaram a ser observadas durante a realização do experimento, pois as estudantes começaram a demonstrar um maior interesse pela descoberta e relacioná-las ao que se solicitava. Uma outra característica foi a liderança de Bia, que inicialmente desempenhou certa autoridade frente as decisões do grupo, no entanto, essa característica foi diminuindo principalmente quando as dúvidas surgiam, e as ideias das demais integrantes ganharam espaço e a comunicação se tornou cada vez mais construtiva. A ansiedade foi evidenciada durante todo processo, mais foi ainda mais expressa, nos momentos em que demonstraram medo de errar e na expectativa de observar as evidências das reações químicas.

A motivação foi observada durante toda a etapa, as estudantes demonstraram-se estar instigadas e interessadas no desenvolvimento do problema, negociando informações entre elas e até mesmo comparando com informações de outros grupos. Pozo (2009) estabelece que, a motivação intrínseca, relacionada ao desejo de aprender é uma condição essencial para que o estudante se desenvolva por meio de uma aprendizagem autônoma e estratégica para seu aprendizado. As evidências de reações químicas também contribuíram para essa motivação, pois a medida que foram observando as mudanças, as interações e empolgação com o desenvolvimento do experimento foram bastante expressivas, e o interesse em interpretar os aspectos conceituais envolvidos aumentaram. As estudantes demonstraram perseverança, não desistindo nas dificuldades e inseguranças que surgiram. Houve cooperação durante todo processo, interagindo e respeitando as opiniões e o desenvolvimento do trabalho em grupo. Essas características atitudinais foram adquiridas por meios das interações sociais em sala de aula. Para Vygotsky (2008) a relação do outro é essencial para o desenvolvimento do ser humano.

Também foi observado um domínio das técnicas laboratoriais, que possivelmente foram adquiridas durante o minicurso e isso se destacou nesta etapa. Foi possível observar a definição e execução de estratégias para alcançar a meta estabelecida (produzir o etanol) e não a simples aplicação de técnicas. Houve relação entre os procedimentos escolhidos com os conhecimentos científicos já existentes ou que foram sendo construídos e compartilhados, pois sem estes, dificilmente seria possível traçar estratégias para solucionar o problema. Pozo (2009) diz que quanto maior for a compreensão, elaboradas e explícitos forem os domínios conceituais, mais provável da estratégia dar certo.

Além disso, destaca-se que a autonomia desde a escolha dos materiais, montagem dos processos e responsabilidade durante o manuseio foi bastante expressiva, principalmente durante o processo de aquecimento, houve cuidado e preocupação com as medidas de segurança de proteção individual e coletiva, como usar luvas, óculos e cuidado ao manusear os materiais.

Contudo, essa etapa serviu para confirmar que o experimento de caráter investigativo realizado em grupos oportunizou o desenvolvimento de aspectos atitudinais e procedimentais, favorecendo relações que permeiam discussões conceituais a partir de negociação de significados que ocorreram entre os próprios estudantes e a professora. Considera-se que a atividade não se restringiu apenas a manipulação de equipamentos, vidrarias e reagentes, tampouco apenas à observação direta de evidências, mas que essas interações promovidas entre os estudantes e com o próprio experimento realizado, propiciaram a construção de significados sobre os fenômenos envolvidos.

5.6 Análise das relações dos dados obtidos experimentalmente do grupo A com os conceitos científicos

Na etapa III referente ao momento da execução da atividade experimental, os estudantes responderam questões referentes as evidências observadas aos dados coletados durante o experimento. Essas questões estão inseridas como continuação do questionário de desenvolvimento de propostas e estratégias procedimentais referentes ao problema investigativo I (Apêndice G2). A estudante Bia fez a leitura das questões em voz alta, para todo o grupo. A primeira questão buscou saber se na concepção das estudantes o etanol foi obtido e quais evidências foram observadas. Nas falas, as estudantes destacaram como evidências o preenchimento da bexiga com o gás carbônico e o cheiro do etanol.

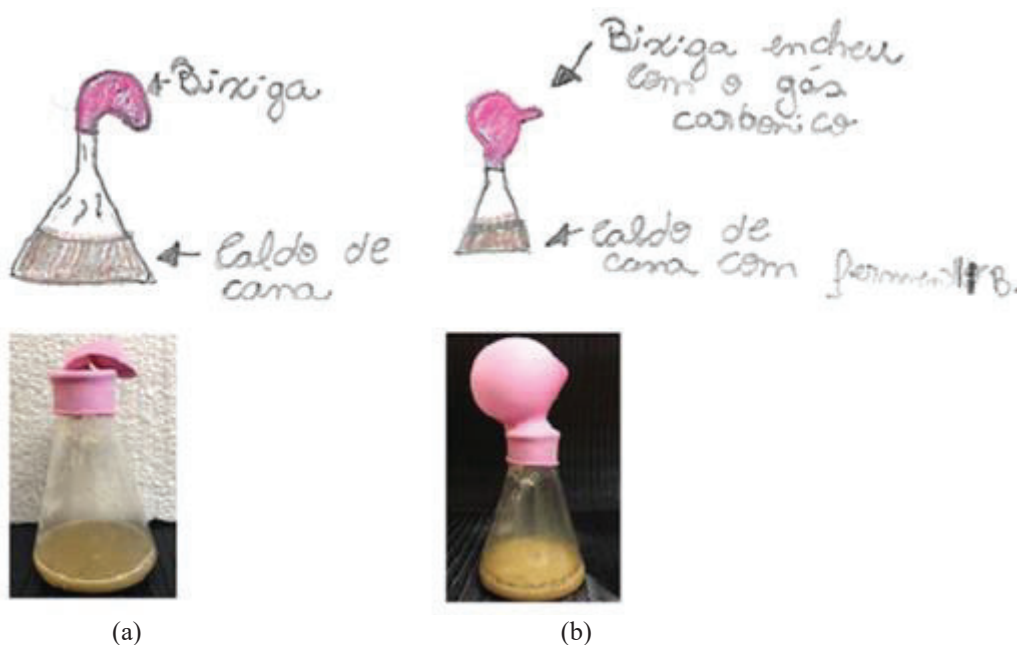
Quadro 23 - Transcrição das falas do episódio 3-A: relação dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos (T₃₃₁ ao T₃₃₄).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Categoria
331	Nati	O enchimento da bexiga	Adequada
332	Pati	O enchimento com gás carbônico	
333	Nati	O cheiro	
334	Bia	Calma... enchimento da bexiga... o enchimento do gás carbônico...é o cheiro...o cheiro de álcool né... Então... o enchimento do gás carbônico... o cheiro do álcool	

Fonte: Autoria própria.

Foi possível observar que as três estudantes responderam, e a resposta final foi descrita no questionário da seguinte maneira: “O enchimento do gás carbônico... o cheiro de álcool” (Grupo A), indicando o enchimento da bexiga pelo gás carbônico, produto da reação. Também foi solicitado um desenho que representasse o caldo de cana antes e após a o processo de obtenção do etanol. Foi perceptível uma caracterização bastante similar ao sistema utilizado pelo grupo, como demonstra a Figura 10, e foi considerada adequada.

Figura 10 – Caldo de cana a) antes e b) depois do processo de fermentação.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, o processo envolvido na produção do etanol foi classificado como químico pelas estudantes, e foi considerado adequado com o que foi realizado, mais especificamente com a segunda etapa do procedimento proposto. Houve consenso na resposta das estudantes e como justificativa apontaram a formação do gás, o cheiro característico do etanol e a cor proveniente da caramelização que possivelmente ocorreu devido ao aquecimento do caldo de cana e não por causa da reação química de fermentação. A resposta apresentada foi *“mudança de cor ficou mais “escura” o caldo de cana criou espuma, o cheiro do etanol ficou forte”* (Grupo A). A palavra espuma refere-se a formação de gás carbônico.

Por fim, solicitou-se que as estudantes representassem a reação química que ocorreu. Neste momento, notou-se dificuldade para responder a questão, havendo a necessidade da intervenção da professora. Para melhor interpretação, destacam-se os turnos 370 ao 397, que estão representados no Quadro 24, a seguir.

Quadro 24 - Transcrição das falas do episódio 3-A: relação os dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos (T₃₇₀ ao T₃₉₇).

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrição das falas	Categoria
370	Pati	Ocorreu alguma reação química? Sim::	Adequada Interação efetiva
371	Nati	Em caso afirmativo represente a reação	
372	Bia	Como assim sora (sic) essa reação aqui?	
373	Prof ^a .	Vocês lembram que nós vimos reações químicas e nós esquematizamos?	
374	Bia	Como assim?	
375	Prof ^a	O que é uma reação química? ((silêncio)) Vocês também têm o texto que pode apoiar vocês...O que precisa acontecer em uma reação química? A gente tem o que?	
376	Bia	Um... éh::	
377	Nati	Uma mudança?	
378	Bia	Não... ai sora (sic) tá (sic) na minha ponta da língua caramba	
379	Prof ^a	Aqui ocorreu que tipo de transformação?	
380	Nati	Química	
381	Bia	É quando duas.... a química é quando muda e não volta mais...calma	
382	Prof ^a	É quando forma?	
383	Bia	Novas substâncias não é?	
384	Prof ^a	Então o que têm em uma reação química?	
385	Bia	Então eu desenharia o caldo de cana sem o fermento...aí depois a gente coloca o fermento... aí depois a gente mostra outro com a bexiga com o fermento...o caldo de cana junto e a bexiga enchendo que é o que formou	
386	Prof ^a	É uma possibilidade...mas como podemos escrever isso?	
387	Bia	Ah...então tá bom	
388	Prof ^a	Mas... uma reação química é constituída por quais substâncias?	
389	Bia	Pelos reagentes...	
390	Prof ^a	Formando o quê?	
391	Bia	Os produtos... Então vou fazer assim... eu vou fazer os reagente e os produtos... pode ser?	
392	Prof ^a	Vocês podem esquematizar do jeito que acharem mais adequado	
393	Bia	Tá (sic) miga [sic passim] faz mais pequeno...miga não... apaga... coloca assim óh:: escreve reagentes bem	

		pequenininho pra caber tudo porque é muita coisa... coloca reagentes... aí você coloca o caldo de cana mais o fermento biológico	
394	Nati	Olha	
395	Bia	Isso...aí você coloca uma setinha aí escreve produtos que foi o etanol e o gás carbônico...	
396	Nati	Mais gás carbônico?	
397	Bia	Isso... acho que terminamos... ((tom de voz baixo)) Sora [sic passim] terminamos... Sora toma...a gente colocou os produtos e os reagentes	

Fonte: Autoria própria.

Observou-se que houve dificuldade em definir reação química, uma vez que a mediação da professora foi essencial para que as estudantes conseguissem relatar o que entendem por reação química, para posteriormente poder equacioná-las. No primeiro momento, Nati (T₃₇₇) define reação como uma mudança, Bia (T₃₈₁), define reação química como uma transformação que ocorre em substâncias e estas não voltam a se constituir. Essa definição de uma reação química ser classificada como substâncias que não voltam mais ser o que eram antes, ou seja, de reação química irreversível, foi bastante expressiva no questionário 2, aplicado aos participantes, referente ao levantamento de conhecimentos sobre o tema transformação química e física. No entanto, essa definição não está correta, uma vez que existem reações reversíveis. Após a interação com a professora entre os turnos 382 ao 392, Bia descreve a reação da seguinte maneira para Nati: “(...) *coloca reagentes... aí você coloca o caldo de cana mais o fermento biológico. (...) Isso... aí você coloca uma setinha aí escreve produtos que foi o etanol e o gás carbônico*” (Bia, T₃₉₇). A resposta apresentada no questionário está representada na Figura 11:

Figura 11 – Reação química envolvida na produção do etanol representada pelo grupo A.

Reagentes: caldo de cana + fermento biológico →
 Produtos: etanol + gás carbônico

Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar que as estudantes apresentam uma ideia de transformação envolvendo reagentes e produtos, o caldo de cana e o fermento biológico foram

considerados reagentes, enquanto que o etanol e gás carbônico, os produtos. A fermentação ocorre no organismo das leveduras presentes no fermento biológico, com o auxílio das enzimas, por isso, a representação desta deveria aparecer em cima da seta. Entretanto, a indicação do fermento biológico junto ao reagente, mostrou que as estudantes reconhecem essa substância como necessária para ocorrer a reação, e demonstram a dificuldade em reconhecer a função de um catalisador de reação. Note que foi utilizada a seta para separar as substâncias precursoras, colocadas antes da seta e as novas substâncias, indicadas após a seta, como comumente são equacionadas as reações. Evidenciou-se que, ao invés das fórmulas moleculares com as respectivas substâncias participantes da reação, foram apresentados apenas os nomes, indicando dificuldades em compreender representações simbólicas referentes a linguagem química. No entanto, ao comparar essa resposta com o questionário 2, aplicado no início do minicurso, em que nenhuma das estudantes souberam definir adequadamente reação química, foi possível notar um avanço conceitual no desenvolvimento dessa atividade.

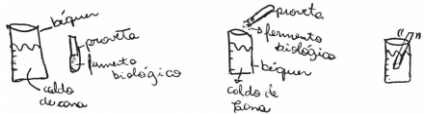

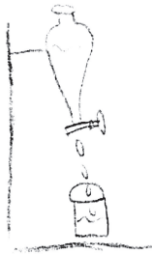
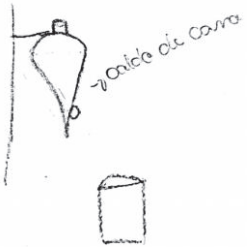
Com base nos aspectos analisados, ressalta-se que as estudantes conseguiram por meio de interações dialógicas, apresentar e analisar os dados coletados de maneira verbal e escrita. O processo de produção do etanol foi classificado adequadamente como fenômeno químico, de maneira que relacionaram as evidências como cor, cheiro e desprendimento de gás como indicativo de reação química. Destaca-se o importante papel da mediação da professora para que os estudantes consigam estabelecer significados, o que foi pronunciado principalmente nos momentos de maiores dificuldades. A linguagem científica argumentativa foi se formando a partir de interações sociais e como elucidado por Vygotsky (2008), a escola apresentou um ambiente altamente importante na formação de conceitos científicos.

5.7 Análise sintetizada das propostas experimentais e propostas procedimentais realizadas individualmente pelos integrantes dos grupos B, C e D

Nesse momento, o intuito é destacar as principais propostas experimentais e procedimentais dos integrantes dos grupos B, C e D. Não apresentaremos uma análise minuciosa, mas ressalta-se que estas foram feitas seguindo os mesmos critérios como já foi demonstrada para o grupo A.

No Quadro 25 são apresentadas as propostas experimentais e estratégias procedimentais que foram sugeridas pelos integrantes do grupo B, composto pelos estudantes Gabi, Jaque, Hugo e Ana.

Quadro 25 - Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais dos integrantes do grupo B.

Estudante	Propostas experimentais	Extratégias procedimentais	Categoria
Gabi	Adição do fermento biológico no caldo de cana de açúcar.		Proposta coerente
Jaque	Sistema com glicose, sacarose e frutose do caldo de cana e adição do fermento biológico.		Proposta parcialmente coerente
Hugo	Emprega-se um processo envolvendo açúcares, com a remoção a sacarose e então, a separação e purificação da cana.		Proposta não coerente
Ana	Retirada da sacarose.		Proposta não coerente

Fonte: Autoria própria.

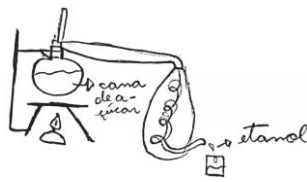

Diante dos dados apresentados, foi possível notar que somente a Gabi teve sua proposta e estratégia procedimental consideradas coerentes, pois destacou e representou a mistura entre o caldo de cana e fermento biológico, o que possibilita a ocorrência de fermentação do caldo de cana e produção do etanol. A estudante Jaque, embora tenha escrito em sua proposta que seria necessário um processo envolvendo a adição do fermento biológico nos açúcares (sacarose, glicose e frutose) supostamente presentes no caldo de cana, embora seja a glicose que utilizada na formação do etanol. Além disso,

notou-se que no procedimento sugerido um processo de destilação no qual o etanol produzido poderia ser separado. No entanto, não foi considerado o tempo necessário para que a reação ocorresse, assim como, as condições de temperatura, pois o aquecimento imediato para a ocorrência de separação (cerca de 78 °C) após a adição do fermento acarreta na inatividade das enzimas. Devido a estes aspectos, a proposta de Jaque foi classificada como parcialmente coerente, uma vez que envolveu equívocos conceituais e as etapas envolvidas dificultariam a produção de etanol.

Os estudantes Hugo e Ana apresentaram propostas não coerentes, embora Hugo tenha relatado que o processo envolveria açúcares, não considerou a necessidade do fermento biológico, extremamente importante para a fermentação. Ana considerou que seria necessário remover a sacarose, mais uma vez o esse termo aparece nas concepções como sinônimo de separação, o que supõe interpretar que a estudante reconhece a necessidade da sacarose, mas não destaca como o etanol poderia ser produzido. Ao observar as propostas de procedimentos experimentais, ambos representaram um processo envolvendo separação utilizando um funil de decantação, técnica que não possibilita solucionar o problema apresentado. Foi perceptível as dificuldades em formular estratégias que apresentassem alguma relação os conceitos químicos envolvendo transformações químicas. As propostas foram por estes aspectos, consideradas não coerentes.

No Quadro 26 estão destacadas as propostas e estratégias experimentais apresentadas pelos integrantes do grupo C, composto por Livia e Maria.

Quadro 26 - Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais das integrantes do grupo C.

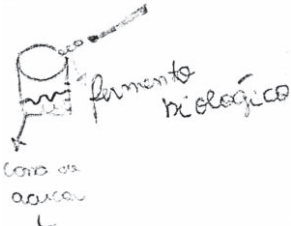
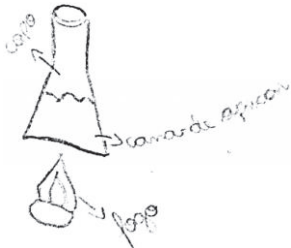
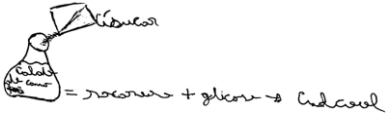
Estudante	Proposta experimental	Estratégia procedimental	Categoria
Livia	Para produzir o etanol a partir da cana é preciso que a sacarose vire frutose e glicose, depois que a zimase misturar com a glicose, vai produzir o etanol.		Proposta parcialmente coerente
Maria	Adição do fermento biológico		Proposta coerente

Fonte: Autoria própria.

Observe que ao escrever a hipótese, Lívia evidenciou dois processos envolvidos na produção do etanol que ocorre durante a fermentação, primeiro a conversão da sacarose em frutose e glicose e, em seguida a ação da enzima zimase, que age como catalisador na conversão da glicose no etanol. No entanto, no esquema procedimental esquematizado, não indicou a presença do fermento biológico no caldo de cana e representou um processo de destilação, não havendo relação entre os conceitos químicos destacados com a preposição experimental sugerida. A proposta de Lívia, foi considerada parcialmente coerente. Já Maria, sugeriu que a adição de fermento biológico no caldo de cana, o que acarreta no processo de fermentação, e o que possibilitaria a solução do problema proposta, por isso foi considerada coerente.

O Quadro 27 contempla as propostas dos integrantes do grupo D, formado por Nanda, Carol e Léo.

Quadro 27 - Categorias das propostas experimentais e estratégias procedimentais individuais dos integrantes do grupo D.

Estudante	Hipótese	Proposta de procedimento	Categoria
Nanda	Se tirarmos a sacarose e a frutose para depois formar o etanol.		Proposta parcialmente coerente
Carol	Retirar a glicose e a frutose para depois formar o etanol.		Proposta não coerente
Léo	Retirada da sacarose.		Proposta não coerente

Fonte: Autoria própria.

Nas três propostas foi sugerido que seria necessário retirar a sacarose. As estudantes Nanda e Carol destacaram que posteriormente a separação, haveria outro processo, embora este não tenha sido destacado nas respostas. Nas propostas de procedimentos experimentais, Nanda indicou a adição de fermento biológico no caldo de

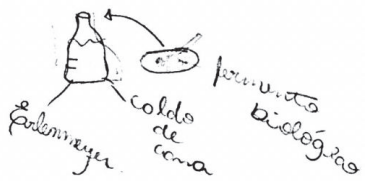
cana, mas não elucidou o processo de como ocorreria a separação da sacarose de sua hipótese, por isso foi considerado parcialmente coerente. A estudante Carol sugeriu que a glicose e a frutose fossem separadas do caldo de cana por meio de aquecimento, e não destacou nenhum conceito ou processo que indicasse a formação do etanol, se enquadrando em uma proposta não coerente em relação ao que foi solicitado. O estudante Léo demonstrou certa discrepância em relação a proposta experimental e o procedimento esquematizado. Embora ele tenha sugerido a separação da sacarose, no procedimento indicou que acrescentaria açúcar ao caldo de cana. O estudante não elucidou nenhum aspecto relacionado ao conceito de transformação química, tampouco sobre as etapas procedimentais que fossem condizentes na produção do etanol.

De maneira sucinta, notou-se que dos nove estudantes organizados nos grupos B, C e D que apresentaram as propostas, quatro foram consideradas não coerentes, três parcialmente coerentes e apenas duas coerentes. O problema envolvido na atividade experimental investigativa exigiu conceitos de baixo nível cognitivo para os estudantes do 2º ano do Ensino Médio, tanto em relação aos conceitos, quanto aos procedimentos. As dificuldades observadas envolveram a reflexão, a relação conceitual e a elaboração de estratégias, como evidenciadas por Pozo (2009) não se fizeram presentes na vida escolar desses estudantes, trazendo traços de um ensino pautado na automatização e memorização momentânea, que não se apresenta eficaz quando o estudante é colocado frente a resolução de uma situação nova ou problema, mesmo que, este tenha relação direta com o que supostamente o indivíduo tenha considerado já ter sido aprendido.

5.8 Análises sintetizada das propostas experimentais e estratégias procedimentais realizadas pelos grupos B, C e D

Da mesma maneira que foram apresentadas as propostas individuais de maneira sucinta, as sugestões em grupos também serão abordadas dessa maneira. As análises foram realizadas da mesma forma que para o grupo A. No Quadro 28 se encontra a proposta do grupo B.

Quadro 28 – Proposta experimental e estratégia procedimental do grupo B.

Grupo	Proposta experimental	Relações conceituais apresentadas no diálogo	Categoria
B	Adicionando ao caldo de cana o fermento biológico.	<p>“A sacarose do caldo de cana vai reagir com o fermento biológico e vai formar uma nova substância que é o etanol” (Gabi).</p>	Proposta coerente
	<p>Estratégia procedimental</p> 		

Fonte: Autoria própria.

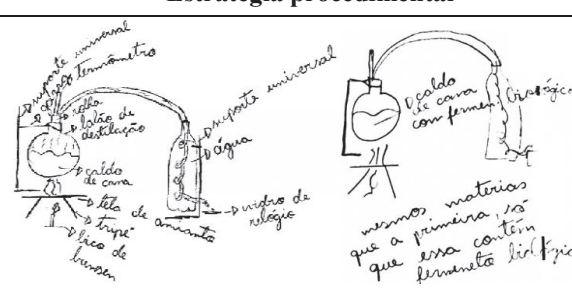
Após o envolvimento e diálogo promovidos depois do problema apresentado, os estudantes desenvolveram uma proposta coerente sobre a formação do etanol, estabelecendo relações conceituais com transformações químicas. A fala da estudante Gabi revelou um significado baseado em conhecimentos químicos para os demais integrantes do grupo. Ao longo do diálogo, Jaque destacou que a glicose era responsável por tal transformação, propondo adicionar a sacarose e a glicose como reagentes. No entanto, Gabi destacou que não seria necessário indicar essas substâncias nos materiais, pois faziam parte da composição no caldo de cana. O estudante Hugo expressou que acreditava ser necessário retirar a sacarose, mas Gabi e Jaque explicaram o motivo de não ser necessário esse processo. A integrante Ana não participou ativamente das discussões nessa etapa, apenas ouviu e concordou com as propostas dos demais, demonstrando insegurança para apresentar a sua proposta e debater as que foram apresentadas. As dificuldades em resolver problemas, estabelecer estratégias e até mesmo a interpretação incoerente em relação ao desenvolvimento do trabalho em grupo, principalmente no início podem indicar que os estudantes não estão acostumados a agir como protagonistas de suas ações em atividades escolares. O trabalho em grupo muitas vezes é encarado pelos estudantes, como um amontoado de trabalhos individuais, e esses não promovem discussão reflexiva na ZDP sobre o assunto abordado (CARVALHO, 2013). Além disso, as dificuldades conceituais e até mesmo a falta de domínio de técnicas experimentais acarretam na elaboração reflexiva das estratégias para solução do problema.

Em síntese, o diálogo foi breve e não houve intervenção da professora. Notou-se que as discussões entre as próprias estudantes contribuíram para resolução do problema, além de ser possível evidenciar que a estudante que demonstrou ter conhecimento a nível

de desenvolvimento real dos conceitos químicos envolvidos, auxiliou os demais integrantes do grupo na construção dos novos significados, atuando no nível de desenvolvimento potencial dessas, essencial para internalização dessas novas informações (VYGOTSKY, 2008). Dessa forma, as interações foram consideradas efetivas e a proposta apresentada foi considerada coerente.

O Quadro 29 demonstra a sugestão do grupo C, composto nessa atividade por Livia e Maria.

Quadro 29 - Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo C.

Grupo	Proposta experimental	Relações conceituais	Categoria
C	Primeiro produzir a sacarose, depois ferver o caldo até produzir a glicose e a frutose e depois adicionar o fermento biológico.	<p>“Ferver até que gerar a glicose e a frutose.” (Livia)</p>	Proposta não coerente
	<p>Estratégia procedimental</p> 		

Fonte: Autoria própria.

A proposta indicada foi considerada não coerente, principalmente por não terem considerado que no caldo de cana havia sacarose, indicando que seria necessário produzi-la. Notou-se insegurança de ambas as estudantes ao sugerir a proposta. Foi esquematizado um processo de destilação, que envolve transformações físicas. No primeiro momento, foi sugerido para produzir a sacarose e posteriormente a glicose e a frutose. Como no caldo de cana há presença de água e sacarose, o aquecimento auxilia a ocorrência da hidrólise, que converte a sacarose em glicose e frutose. Esse processo é facilitado na presença de um catalisador, como um ácido, base ou por enzimas presentes no fermento biológico, aspectos que não foram mencionados ao longo do diálogo. No segundo momento, a intenção foi acrescentar o fermento biológico e continuar o processo de destilação, o que possivelmente acarretaria na inatividade das enzimas essenciais no processo de produção do etanol. Portanto, pode-se notar que o método de destilação foi

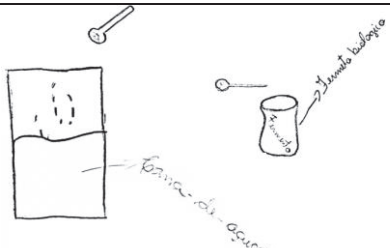
interpretado também para ocorrência de transformações químicas, e dessa forma, foi considerado incoerente com o problema, lembrando que a partir deste método as estudantes sugeriram que ocorreria a produção dos açúcares e posteriormente seriam adicionados o fermento biológico.

O grupo não considerou as condições em relação ao tempo e temperatura para ocorrência de tal processo, mas mencionou que este processo era químico, o conceito, embora apontado, não foi discutido ou valorizado nas discussões. Ressalta-se que as estudantes leram trechos do texto entregue como suporte e compararam a proposta de procedimento experimental sugerida com o experimento que envolveu a destilação do vinho, que foi realizado no início do minicurso para conhecer técnicas experimentais.

Lembrando que estes conceitos foram estudados no início do minicurso, como base para os conhecimentos, em especial, os que envolviam técnicas procedimentais. Notou-se que este grupo demonstrou insegurança em relação aos conceitos envolvidos e principalmente em relacioná-lo com o procedimento proposto. Essa dificuldade em elaborar uma estratégia, fez com que as estudantes conduzissem a proposta para repetição de técnicas realizadas anteriormente e não uma reflexão frente às etapas propostas. As habilidades de executar experimentos são importantes na busca de estabelecer estratégias, como relatado por Pozo (2009), mas somente estas não são suficientes para estabelecer a solução do problema, uma vez que estes necessitam estabelecer relações conceituais para alcançar tal propósito.

O Quadro 30 contém a proposta do grupo D, constituído por Carol, Nanda e Léo.

Quadro 30 - Categoria da proposta experimental e estratégia procedimental do grupo D.

Grupo	Proposta experimental	Relações conceituais	Categoria
D	Se a gente pegar um copo de caldo de cana e acrescentar o fermento biológico irá quebrar as partículas em frutose e glicose formando o etanol.	<i>“O fermento biológico vai quebrar a sacarose em frutose e sacarose” (Carol)</i>	Proposta coerente
	Estratégia procedimental	<i>“Vai formar glicose.” (Léo)</i>	
		<i>“Precisa colocar o fermento pra ter o álcool.” (Nanda)</i> <i>“Aí vai formar o álcool e vai formar o gás” (Carol)</i>	

Fonte: Autoria própria.

A proposta apresentada pelo grupo D foi considerada coerente, pois os estudantes demonstraram a percepção de que as transformações químicas agem na formação de novas substâncias. Isto foi surpreendente, pois nas propostas individuais os três estudantes disseram que teriam que “separar” a sacarose do caldo de cana, além disso, o estudante Léo havia demonstrado em seu desenho a adição de açúcar. Analisando os diálogos em grupo, Léo concordou e até destacou a formação da glicose após a adição do fermento biológico. Carol desde o início do diálogo sugeriu a adição do fermento, o que não descreveu e nem representou em seu desenho. Embora Nanda tenha escrito que seria necessário separar a sacarose na etapa individual, foi a única que demonstrou um processo com a adição do fermento biológico no seu esquema procedimental. A ideia apontada, discutida e definida como um consenso pelo grupo foi a adição do fermento biológico diretamente no caldo de cana. Isso indica o quanto a escrita não foi um recurso suficiente para transparecer todas as ideias. De acordo com o evidenciado neste grupo, pode-se observar que uma melhor elucidação da proposta ocorreu por meio das falas, que expressaram as ideias e as relações com conhecimentos químicos.

Os estudantes apresentaram alguns equívocos conceituais, como por exemplo, quando Carol expressou que produziria oxigênio, ao invés de pronunciar gás carbônico. Enquanto que, Léo pronunciou que o gás obtido seria o gás carbônico. Ambos demonstraram terem noção da formação do gás, por isso, as palavras que foram pronunciadas se enquadraram na ideia de transformação química. Por meio dos diálogos, foi possível evidenciar a presença de conceitos químicos envolvidos e, estabelecer

relações com o procedimento sugerido, que foi considerado coerente para produção do etanol. Assim, considera-se que houve interações efetivas, estabelecendo significados consistentes na proposta para solução do problema, o que contempla as interações na ZDP como estabelece Vygotsky (2008).

5.9 Análise dos diálogos e atitudes dos estudantes do grupo B, C e D durante a solução do problema e execução do procedimento experimental

Ao olhar para os dados coletados nos diálogos, nas entrevistas e principalmente na observação direta e anotação em diário de campo, foi possível verificar o quanto alguns estudantes se apresentaram de maneira bastante expressiva no desenvolvimento das atividades experimentais investigativas. No Quadro 31 estão sistematizadas as atitudes observadas e aspectos relacionados as habilidades e o desenvolvimento de estratégias procedimentais dos grupos B, C e D. Considera-se novamente as categorias integral (I), parcial (P) e não evidenciado (N).

Quadro 31 - Classificação das atitudes e estratégias procedimentais desenvolvidas durante a atividade experimental investigativa dos grupos B, C e D.

Atitudes/ Habilidades procedimentais	Estudantes								
	Grupo B				Grupo C		Grupo D		
	Gabi	Jaque	Hugo	Ana	Lívia	Maria	Carol	Nanda	Léo
Iniciativa	I	I	P	N	I	I	I	I	I
Autonomia	I	I	P	P	P	P	I	I	I
Perseverança	I	I	P	P	I	I	I	I	I
Curiosidade	I	I	P	P	I	I	I	I	I
Motivação	I	I	P	P	P	P	I	I	I
Cooperação	I	I	P	P	I	I	I	I	I
Ansiedade	N	N	N	N	I	I	P	P	P
Liderança	P	N	N	N	P	N	P	N	N
Domínio das técnicas procedimentais	I	I	P	P	I	I	I	I	I
Execução estratégica e reflexiva dos procedimentos	I	I	P	P	P	P	I	I	I

Fonte: Autoria própria.

No grupo B, foi possível notar que principalmente no início as integrantes Gabi e Jaque estavam bastante envolvidas na solução do problema, enquanto Hugo e Ana apresentaram pouco envolvimento nos diálogos, e eles apresentaram as maiores dificuldades dentro do grupo para elaborarem as propostas na etapa individual. Muitas vezes, apenas observavam e concordavam com as estudantes. Ao longo da atividade, os integrantes foram se aproximando, o que possibilitou tirarem algumas dúvidas com as demais estudantes, o que contribuiu para interpretação da estratégia experimental, e gradativamente foram despertando maior interesse, curiosidade, autoconfiança e cooperação que no início não foram demonstrados. Quando os estudantes são colocados frente aos problemas que exigem a necessidade de organizar e refletir sobre as propostas e etapas a serem realizadas, necessita-se que estes deixem de seguir uma rotina pautada

na execução automática de exercícios, o que torna a resolução mais complexa (POZO, 2009), e esse fator pode ter acarretado na insegurança destes estudantes.

No grupo C, as integrantes Maria e Lívia apresentaram dificuldades em estabelecer uma solução coerente para o problema. Durante a realização do experimento, elas se depararam com diversas situações não esperadas, realizaram duas tentativas para produzir o etanol, mas nenhuma foi bem sucedida para tal propósito. No entanto, a medida que as dificuldades foram surgindo, as interações entre as estudantes para conseguir contornar as dificuldades foram cada vez maiores. Até mesmo os outros grupos ao verem que estas não estavam conseguindo produzir o etanol, começaram a refletir sobre os experimentos desse grupo, ou seja, buscaram interpretar o erro. O erro oportunizou maiores interações e reflexões, o que vai ao encontro com Borges (2002), ao citar que o erro pode ser encarado como um excelente potencial pedagógico para ser trabalhado nas aulas. Apresentaram domínio de técnicas procedimentais, uma vez que conseguiram manusear corretamente, montar e executar o procedimento que escolheram, no entanto não apresentaram reflexão sobre o experimento de maneira adequada, mas foram gradativamente a desenvolvendo principalmente os momentos de dificuldade, por isso esta esteve de maneira parcial ao longo da atividade. A colaboração esteve bastante presente, embora inicialmente Lívia tenha apresentado alguns traços de liderança, essa característica não foi tão expressiva ao longo do experimento. A medida que os desafios foram surgindo, a ansiedade aumentou, principalmente na expectativa de conseguir solucionar o problema, o que possivelmente está atrelado ao “medo” de errar. Foram perseverantes em meio as dificuldades e a motivação foi em alguns momentos menos intensa, mas a busca pela solução do problema esteve presente em todo momento.

Os integrantes do grupo D, apresentaram bastante autoconfiança, autonomia nas propostas, houve reflexão sobre os conceitos químicos envolvidos e também sobre os procedimentais, pois compararam com outros experimentos realizados durante o minicurso. Houve ansiedade a medida que buscava-se identificar as evidências do etanol.

Em síntese, pode-se observar que desde a tentativa de sugerir propostas, esquematizar procedimentos e, especialmente, na execução do procedimento experimental, as ações e atitudes foram cada vez mais expressivas, principalmente na busca de estabelecer relações conceituais com o que estava ocorrendo no experimento. Essa característica está de acordo com Lewin e Lomáscolo (1998), que afirmam que os projetos de investigação, que envolvem formular hipóteses, preparar e realizar experimentos, coletar e analisar dados favorecem a motivação e a aguçam a curiosidade,

propicia mudanças conceituais e metodológicas. Por isso, a importância dada ao processo na construção do conhecimento apresenta relevância, que como estabelece Azevedo (2004) contribui para desenvolvimento cognitivo de atitudes e valores.

5.10 Análise das relações dos dados obtidos experimentalmente dos grupos B, C e D com os conceitos científicos

Os estudantes após coletarem os dados experimentais, puderam estabelecer relações conceituais com o que foi observado no experimento. No Quadro 32 encontram-se as relações estabelecidas pelos grupos B, C e D.

Quadro 32 - Relação dos dados obtidos experimentalmente com os conceitos científicos dos grupos B, C e D.

Itens questionados	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Houve produção do etanol?	Sim	Não	Sim
Evidências da produção do etanol	Liberação de gás carbônico e cheiro	Não obteve o etanol	Liberação de gás oxigênio
Categoria	Adequada	-	Parcialmente adequada
Representação das evidências antes e após o processo			
Categoria	Adequada	Adequada	Adequada
Classificação do processo de produção do etanol	Químico	Químico	Químico
Categoria	Adequada	Parcialmente adequada	Adequada
Ocorreu alguma reação química?	Sim	Não	Sim
Categoria	Adequada	Adequada	Adequada
Representação da reação química		Não representou	<i>cana de açúcar + fermento biológico → oxigênio + etanol</i>
Categoria	Não adequada	Não adequada	Parcialmente adequada

Fonte: Autoria própria.

Os grupos B e D conseguiram por meio do procedimento experimental produzir o etanol e relacionaram a produção com as evidências observadas, que foram indicadas como liberação de gás. No entanto, enquanto o grupo B, expressou que houve a formação do gás carbônico, o grupo D considerou que este gás era o oxigênio, mostrando dificuldade em estabelecer as substâncias que se formaram na transformação química. Essa confusão entre o gás carbônico com o oxigênio também foi discutida anteriormente no grupo A, o que demonstra que os estudantes têm dificuldade de conhecer as substâncias envolvidas no processo. Mas diferente do grupo A, que nas próprias

discussões geradas, conseguiram estabelecer que seria o gás carbônico, o grupo D durante os diálogos não alteraram essa concepção. No entanto, durante a entrevista com o grupo D frente aos dados coletados, o estudante Léo foi persuasivo em dizer que o gás produzido foi o oxigênio e não o gás carbônico como haviam colocado no questionário, enquanto Lívia ficou surpresa, pois acreditava que seria o gás oxigênio.

O grupo C considerou não ter conseguido produzir o etanol, por não ter observado evidências, além disso, durante o processo de destilação que fizeram não foi obtido o etanol, um indicativo de que não houve a formação dessa substância após adicionarem o fermento. Isso possivelmente ocorreu devido ao aquecimento, que pode ter inativado as enzimas. No entanto, esses aspectos não foram considerados pelas estudantes.

Os três grupos relataram que o processo para a formação do álcool como químico. O grupo A justificou que *“houve a formação de novas substâncias”* o que foi considerado adequado. O grupo B, indicou que *“para produzir o etanol, precisamos fazer o processo de destilação”*, mostrando que embora as estudantes tenham relatado inicialmente o processo como químico, consideraram o método de destilação, que envolve transformações físicas e não químicas, por isso, a resposta foi considerada parcialmente adequada. O grupo D relatou eu *“modificou a fórmula, se transformando em gás e etanol”*, a resposta foi considerada adequada.

Quando foi solicitado para que representassem a reação química envolvida na produção do etanol, houve grandes dificuldades. O grupo B, por exemplo, desenhou o erlenmeyer contendo o líquido fermentado e uma bexiga cheia de gás na ponta, indicou que no caldo estaria o álcool e na bexiga cheia, o gás liberado na reação. O Grupo C, relatou que: *“ao misturar o caldo de cana com o fermento biológico como produto era pra (sic) ter o etanol (era pra ter acontecido isso, mas não aconteceu)”*, indicando que mesmo utilizando o processo de destilação, as estudantes demonstraram ter percepção que ocorreria uma reação química, no entanto não houve representação da equação química, como solicitado, por isso a resposta foi considerada não adequada. O grupo D expressou da seguinte forma: *“antes era a cana de açúcar e o fermento biológico e depois da reação obteve o oxigênio e o etanol”*. Novamente notou-se que o gás oxigênio foi considerado como o gás liberado. Para Carvalho (2013), deve-se buscar gradativamente inserir a linguagem da própria Ciência no ensino, pois essa afeta de forma positiva na aprendizagem dos estudantes.

Por meio dessas respostas, pode-se ter noção da dificuldade que os estudantes tiveram em relação à linguagem química, neste caso, a utilização de fórmulas e

representações de equações químicas. Esse aspecto condiz com os aspectos mencionados pelos próprios estudantes na análise das visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação, em que estes destacaram a própria linguagem química como obstáculo na aprendizagem.

No entanto, no início do minicurso apresentaram muitas dificuldades, principalmente em definir ou representar uma reação química, já após as atividades experimentais conseguiram estabelecer o envolvimento de transformação de substâncias, mostrando um avanço conceitual. As linguagens argumentativas como sugere Vygotsky (2008) foram se formando por meio das interações e diálogos vivenciados na ZDP.

5.11 Análise da sistematização coletiva do conhecimento e mediação da professora

A professora solicitou para os estudantes exporem suas propostas para os outros grupos. Durante essa etapa buscou-se mediar o diálogo de maneira a estabelecer relações e promover a significação de conceitos químicos, de acordo com a ZDP proposta por Vygotsky (2008). Segundo Kasseboehmer e Ferreira (2013a), na discussão coletiva as propostas são apresentadas para a comunidade, oportunizando discussões que promovam à sua aceitação ou refutação.

Inicialmente, os estudantes ficaram um pouco apreensivos, mas aos poucos começaram a expor suas ideias. A medida que o primeiro grupo começou a falar sobre suas ideias, logo houve maior autonomia e confiança ao relatar para os demais as soluções propostas para produzir o etanol. A interação foi gradativa, surgindo discussões primeiro com os integrantes do grupo, depois com os demais da turma.

A medida que foram surgindo dúvidas ou refutação de alguma proposta, como a do grupo D, que não conseguiu produzir o etanol, as interações foram mais efetivas, na tentativa de conseguir compreender o motivo ao qual interferiu na produção. A professora, por meio de questionamento, tentou buscar as principais ideias a respeito da proposta experimental e estratégia procedimental executada pelos integrantes do grupo D. Pode-se notar que o erro foi extremamente importante para a aprendizagem, pois foi a partir deste que os estudantes começaram a ter novas reflexões, evidenciando o erro de um fator relevante para a construção do conhecimento (BORGES, 2002). Nessa etapa, pode-se observar que o erro foi parte do processo de construção do conhecimento e uma oportunidade para para que ocorresse a mediação da professora nível de desenvolvimento

potencial dos estudantes, como elencado por Vygotsky (2008). No trecho representado no Quadro 33 a seguir, são mostrados como os significados foram estabelecidos ao longo das interações e diálogos na ZDP.

Quadro 33 - Construção do conhecimento a partir dos diálogos gerados ao longo da etapa da estruturação coletiva do conhecimento.

Estudante/Professora	Transcrição
Prof ^a	Expliquem a ideia de vocês... a proposta e procedimento que sugeriram
Lívia	Não deu muito certo o nosso... nós achamos que iria se transformar em etanol e aí iria vaporizar o etanol e ia descer em forma de líquido
Prof ^a	Porque pensaram em fazer dessa forma?
Lívia	Antes a gente (sic) tinha feito o do vinho e a agente achou que ia acontecer a mesma coisa
Maria	Só que o vinho já tem o álcool... o caldo de cana não
Prof ^a	E o que ocorreu quando vocês colocaram o fermento?
Maria	Não adiantou muito
Prof ^a	Porque vocês acham que não adiantou?
Maria	Porque a gente colocou e ferveu o caldo junto com o fermento... e a gente tinha que ter fervido e depois colocado o fermento
Gabi	Eu acho que não deu certo porque elas não esperaram fermentar... eles teriam que ter fervido só o caldo de cana igual ao grupo A ou só ter misturado e deixado fermentar
Bia	E no caso delas... aquecendo iria obter a água e não o etanol porque a cana não tem o álcool... elas teriam que adicionar o fermento pra que as enzimas do fermento ajudassem a formar o etanol
Prof ^a	Então... mas elas tentaram de duas maneiras... Primeiro elas aqueceram o caldo de cana em um sistema de destilação e em seguida adicionaram fermento junto ao caldo de cana e continuaram aquecendo
Gabi	Eu acho que elas não esperaram fermentar
Prof ^a	E porque isso é importante?
Bia	Para dar tempo do fermento biológico ativar as enzimas dele
Gabi	É... eu acho que não deu tempo pra ele entrar em contato com a glicose... fazer todo processo de liberar o gás carbônico e produzir o etanol
Prof ^a	Isso Gabi... Agora vamos pensar... vocês lembram como que é feito o pão?
Lívia	O pão cresce... mas não de imediato assim
Professora	Então o que faltou pra vocês?
Maria	Esperar

Prof ^a	O tempo para ação das enzimas é importante... mas tem ainda um outro ponto... qual foi mesmo a temperatura que vocês aqueceram o caldo de cana?
Lívia	Acho que quase 98° C quase 100°C.
Prof ^a	E obteve alguma substância?
Lívia	Só água.
Prof ^a	E como vocês observaram isso?
Lívia	Não pegou fogo... não teve cheiro
Prof ^a	Vocês tentaram colocar fogo no líquido destilado e não conseguiram verificar chama... indicando que não havia obtido um líquido inflamável... Mas o que pode ter contribuído para isso? O tempo como vocês mesmo acabaram de falar é importante para a fermentação... Vocês lembram em qual temperatura vocês aqueceram?
Lívia	Acho que 78°
Prof ^a	No fermento biológico há microorganismos que recebem o nome de leveduras... Nessas leveduras estão presentes enzimas que auxiliam o processo de fermentação... Mas para que isso ocorra essas enzimas precisam estar em uma temperatura não ultrapasse 35°C... Caso a temperatura seja muito elevada as enzimas não conseguem exercer a função de auxiliar no processo de transformação das substâncias... essas enzimas agem como catalisadores... sendo responsável por acelerar o processo fermentativo... Portanto, para que determinadas reações químicas ocorram é necessário considerar as certas condições... como a temperatura.
Lívia	Então a reação química não aconteceu... a gente (sic) não conseguiu obter etanol... não apresentou cheiro... o líquido que separamos não foi inflamável... o balão não encheu e isso porque precisaríamos ter visto temperatura para colocar o fermento.

Fonte: Autoria própria.

Ao longo das interações surgiram ideias frente as condições necessárias para que o problema pudesse ser resolvido. A professora buscou relacionar algumas informações para que estudantes avançassem em relação a interpretação dos dados obtidos, do nível real para o potencial. Em alguns momentos, a professora buscou inserir significados referentes a linguagem química, em relação aos termos, significados e representação de equações químicas, uma vez que os estudantes demonstraram não ter domínio, mostrando que há dificuldade em relação a linguagem da química.

Nesse sentido, os estudantes puderam vivenciar a estruturação coletiva do conhecimento por meio da mediação da professora ao relatarem para turma as propostas sugeridas para solucionar o problema, os experimentos realizados e os resultados obtidos, expressando suas ideias e promovendo reflexões e discussões que favoreceram a significação de conceitos químicos e contribuindo para a construção do conhecimento.

Carvalho (2013) destaca que é nesse espaço que os estudantes não só relembram o que fizeram, mas colaboram para construção do conhecimento que está em processo de sistematização, ou seja, de internalização.

5.12 Análise das concepções dos estudantes sobre o minicurso

No final do minicurso, os estudantes tiveram a oportunidade analisar e demonstrar as principais concepções frente ao minicurso. O questionário foi aplicado para os quatorze estudantes. No Quadro 34 estão destacados os principais aspectos citados frente aos itens questionados. Ressalta-se que as respostas dos estudantes podem se enquadrar em mais de uma categoria.

Quadro 34 - Concepções dos estudantes sobre o minicurso “Um olhar químico para o etanol”.

Itens questionados	Aspectos destacados	Frequência
Satisfação em relação a atividade experimental investigativa	Realizar experimentos sozinhos	10
	Aumentar o interesse em relação as aulas de química	5
	Possibilitar novas aprendizagens	5
Aspectos positivos das atividades experimentais investigativas.	Aprender fazendo os experimentos	7
	Elaborar propostas e estratégias	5
	Trabalhar em grupo	4
	Divertido	3
Aspectos negativos das atividades experimentais investigativas	Pouco tempo de duração e não poder sair sem terminar	2
	Pouco tempo de duração e não poder sair sem terminar	2
Opinião sobre o trabalho em grupo na resolução do problema.	Expor e discutir ideias, hipóteses e estratégias diferentes facilita a resolução	14
Vantagens de realizar as atividades experimentais investigativas em grupos	Interação por meio de troca de ideias e informações com os colegas	11
	Maior facilidade em aprender	4
	Fazer experimentos	3
	Ter mais confiança de falar em público	2
Desvantagens de realizar as atividades experimentais investigativas em grupos	Conversas paralelas de alguns estudantes	4
	Falta de interesse de alguns estudantes	2
	Técnicas procedimentais e nomes dos materiais	8

Aprendizagem do estudante frente a atividades experimental investigativa	Transformações químicas e físicas	10
	Produzir o etanol	8
	Conceitos químicos relacionados a diferenças entre os tipos de misturas, substância pura, mudança de estado físicos, processo de separação.	8
	Atuar como cientistas, testar hipótese resolver problemas.	6
	Trabalhar em grupo	4
Dificuldades na durante a realização da atividade experimental	Escolher materiais e reagentes necessários	3
	Descrever as propostas para solucionar os problemas.	2
	Esquematizar o procedimento experimental	1
	Realizar atividade experimental	1
Sugestões para as próximas aulas de Química	Aumentar o número de aulas práticas com experimentos realizados pelos estudantes como no minicurso	13
	Aulas mais divertidas em lugares diferentes da sala de aula.	3

Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, pode-se destacar que todos os participantes da pesquisa consideraram que gostaram de participar do minicurso, em especial das atividades experimentais investigativas. A oportunidade de *realizar experimentos sozinhos* foi um dos quesitos mais apontados, seguido de um maior *interesse em relação as aulas de Química* e a possibilidade de *novas aprendizagens*, que foram relacionadas tanto em aspectos conceituais quanto procedimentais. Arelado a estas considerações, os estudantes enfatizaram como pontos positivos *aprender fazendo experimentos, elaborar propostas e procedimentos experimentais, trabalhar em grupo* e participar de *aulas divertidas/prazerosas*.

Apenas três estudantes apontaram pontos negativos, dentre estes os possíveis riscos ao trabalhar com algum procedimento, como os que utilizam fogo. Sempre quando realizam-se atividades experimentais é importante optar por experimentos que não oferecem riscos aos estudantes e sempre orientá-los o cuidado ao manuseio das vidrarias, reagentes e equipamentos, orientando-os sobre as boas práticas de laboratório e proteção individual e coletiva. As orientações foram estabelecidas antes do desenvolvimento experimentais e foram supervisionados pela pesquisadora. Outra crítica foi em relação ao tempo, considerado curto e a necessidade de não interromper o processo. Como seguimos

um cronograma dentro das aulas disponibilizadas pela escola, procuramos adaptar o planejamento, para que este fosse compatível com a realização de cada etapa desempenhada no minicurso, em especial, em relação aos experimentos, que também foi orientado para que não interrompessem o mesmo, para que os dados pudessem ser devidamente coletados.

Todos consideram que o trabalho em grupo foi importante na resolução do problema experimental apresentado, principalmente por contribuir com trocas de ideias frente as diferentes propostas experimentais e estratégias procedimentais, assim como, realizar experimentos e desenvolver a *autoconfiança para falar em público*. Notou-se que as interações sociais vivenciadas surtiram efeitos positivos que foram observados pelos próprios estudantes. Como pontos negativos do trabalho em grupos, citaram as conversas paralelas ou falta de interesse. Um ponto destacado nas respostas e que não foi considerado como sendo negativo, mas como uma sugestão, foi a possibilidade de ter mais atividades de interação entre os grupos, como ocorreu na etapa de sistematização do conhecimento. Isso é extremamente relevante e mostra o quanto as discussões promovidas entre eles e com a professora foram consideradas como importantes para a aprendizagem.

Os estudantes demonstraram que aprenderam desde conhecimentos químicos, com ênfase em tipos de transformações da matéria, assim como procedimentais (nomes de materiais, reagentes e técnicas experimentais). O processo de produção do etanol, o conhecimento o cientista e sua atuação, além de e aprender a trabalhar em grupo foram aspectos relevantes. Como Hodson (1988) defende, deve-se estabelecer um ensino ao qual busca-se aprender Ciência, aprender sobre Ciência e a fazer Ciência. Essas características devem ser vivenciadas de maneira indissociável no ensino e aprendizagem, e não de maneira separada como no ensino tradicional, que acaba por gerar interpretações distorcidas a respeito da Ciência.

As principais dificuldades citadas foram para escolher os materiais e reagentes necessários seguido de relatar as propostas sobre o problema apresentado e, por último, a esquematização e a realização da atividade experimental. Embora poucos estudantes tenham relatado ou demonstrado grandes dificuldades, as que foram elucidadas possivelmente estão associadas a novidade de se envolver em uma atividade investigativa, que exigiu articular estratégias, ter maior autonomia e relacionar de maneira reflexiva as propostas com os conhecimentos científicos.

Como sugestão para as aulas de Química da escola, majoritariamente os estudantes apontaram a realização de aulas experimentais conduzidas pelos próprios estudantes, como as desenvolvidas no minicurso, o que incluiu as atividades com resolução de problemas e trabalho em grupo. Além disso, também destacaram a vontade de terem aulas mais divertidas e possibilidades de realização em lugares diferentes das salas de aulas. Essas sugestões dos estudantes são indícios de que existe um desejo em aprender, caminhando em consonância com o sucesso da aprendizagem.

De maneira geral, houve satisfação dos estudantes em relação ao trabalho desenvolvido, a motivação que envolveu estes estudantes mostrou aspectos intrínsecos, que segundo Pozo (2009), leva o estudante a pensar e compreender o que estuda, buscando significado. Uma vez que aprender para obter a satisfação pessoal e compreender, direciona-se no caminho da aprendizagem e não de conseguir “algo em troca”. Assim, a realização de atividades experimentais investigativas contribuiu para a reflexão e desejo de mudanças, onde os estudantes expressaram suas expectativas e anseios para a vivência de aulas na própria escola.

5.13 Análise do relato da professora de Química sobre o impacto na aprendizagem e desenvolvimento de atitudes dos estudantes que participaram do minicurso

A intenção foi verificar se a professora evidenciou alguma mudança em relação aos estudantes que participaram do minicurso, durante as suas aulas de Química. Por isso, foi solicitado depois de cinco meses da aplicação do projeto na escola, para que a professora que ministra as aulas de Química na escola, de maneira sucinta, expressasse os principais aspectos observados nos estudantes. Abaixo, no relato da professora, foram destacadas em negrito algumas características relevantes que se inserem nos objetivos da pesquisa realizada.

Sou formada em Licenciatura Plena em Química pela FCT UNESP em Presidente Prudente e componho o quadro de magistério do Estado de São Paulo desde 2014. Desde o início de 2018 sou Professora do Programa Ensino Integral e atuo nessa escola ministrando as aulas de Química, Física e da parte diversificada do programa. Este visa a formação integral do aluno para que se torne um jovem autônomo, solidário e competente; e para isso uma das premissas do programa é o desenvolvimento do Protagonismo Juvenil, o projeto da pesquisadora Rebeca, veio **enriquecer nossas práticas** e claramente colaborou com esta premissa. O projeto “Um olhar químico para o etanol” nos **encantou desde o primeiro momento**, pois possibilitou aos alunos a escolha de participar ou não das aulas, os alunos puderam **resgatar conceitos já vistos em anos anteriores**, tiveram **contato com equipamentos e vidrarias** vistos apenas em livros e internet, mas o principal ganho foi no **desenvolvimento da autonomia** através da prática investigativa que entendo ser a base do projeto realizado. Durante o desenvolvimento do projeto observei a **empolgação dos alunos** aumentarem, principalmente ao participarem de atividades práticas, os alunos criaram um **laço de respeito e amizade** com a pesquisadora, que ao meu ver, são de grande importância no **processo ensino-aprendizagem**. Tivemos muitos pontos de melhoria que se destacaram em nossos alunos após a realização do minicurso em nossa escola. Dentre eles, destaco a pró-atividade na **realização das práticas experimentais; questionamentos mais profundos buscando realmente entender o que está ocorrendo no experimento**, suas causas, fontes, teorias, replicabilidade, aplicações no dia a dia; destaco também o **desenvolvimento do trabalho em grupo**, no processo investigativo **muitos alunos que não eram ouvidos passaram a se destacar pelas boas ideias** que muitas vezes culminaram no sucesso do resultado experimental. Observei um **avanço no processo de desenvolver o Protagonismo Juvenil** nos alunos participantes do projeto, além da **melhoria na comunicação desses alunos, eles ganharam autoconfiança** e começaram a **questionar mais nas aulas de Química e Física**, sendo possível um **diálogo mais aberto e com discussões mais profundas sobre Ciência**, que é extremamente enriquecedor. Sou muito grata pela escolha de realizarem o projeto em nossa Unidade Escolar, é um lindo projeto que merece continuidade e disseminação nas escolas, **um grande auxílio aos professores que buscam desenvolver a Iniciação Científica e Autonomia nos seus alunos** (Professora de Química dos participantes da pesquisa).

A escola como um todo foi bastante receptiva e acolhedora com o projeto de pesquisa, desde a supervisão, direção, coordenação, professores, funcionários e especialmente os estudantes desta escola. Essa aceitação foi de grande valia para que ocorresse o desenvolvimento de maneira natural do projeto na escola, o que possibilitou alcançar bons resultados. Por isso, destaca-se que a parceria da escola, em especial a colaboração da professora ao aceitar a realização das atividades e oferecer os horários de suas aulas foram imprescindíveis e se mostraram relevantes para promover uma maior relação entre universidade e a escola, e promover a reflexão sobre a própria prática docente.

Como principais aspectos mencionados foram que as atividades desempenharam importante papel para *resgatar conceitos vistos em anos anteriores*, principalmente sanando as dificuldades e construindo significados que ainda não estavam de maneira

clara para esses estudantes. Foi possibilitado um *contato com equipamentos e vidrarias* vistos anteriormente somente em livros e internet, o que foi interessante e também considerado importante para os estudantes, que também evidenciaram esses pontos no questionário de avaliação sobre o minicurso. Vale ressaltar que além do conhecimento de técnicas experimentais, os estudantes puderam ter contato com uma metodologia que tem semelhanças com o fazer Ciência, planejar estratégias de maneira a envolver os conhecimentos científicos. Essa autonomia de ação, segundo Pozo (2009), não é estabelecida de maneira imediata, o professor gradativamente vai inserindo o controle das decisões procedimentais para os estudantes, fazendo com o que com que consigam fazer sozinho o que antes só faziam com a ajuda do professor ou de um roteiro experimental.

Características como *empolgação* principalmente devido a realização de poder realizarem atividades experimentais foram observadas nesses estudantes durante o minicurso. Além disso, a professora também notou um laço de respeito e amizade, que foi interpretada como confiança entre a professora-pesquisadora e os participantes da pesquisa. Essa aproximação pode ser proveniente das interações sociais que ganharam espaço desde o primeiro dia com os estudantes e que se tornaram cada vez mais efetivas ao longo do projeto.

A professora mencionou no texto que após o minicurso, houveram atividades experimentais e nessas, os estudantes se mostraram mais *proativos*, havendo *maiores questionamentos* na busca de compreender os conceitos científicos, melhor *desenvolvimento do trabalho em grupo*, em que alguns estudantes que antes não eram tão participativos nas aulas passaram a ter destaque nas boas ideias. Nesse sentido, a interação social destacada por Vygotsky (2008), foi essencial para o desenvolvimento da aprendizagem tanto de conceitos quanto de procedimentos, além de contribuir para o desenvolvimento da autonomia, que se mostrou mais presentes nesses estudantes.

Em síntese, uma ênfase especial foi dada aos aspectos atitudinais dos estudantes, uma vez que os estudantes apresentaram uma maior autonomia, autoconfiança, promovendo nas aulas de Química e Física mais interações verbais, inclusive sobre a própria Ciência. De maneira geral, foi perceptível notar por meio dos pontos elucidados, que o minicurso propiciou resultados positivos com relação a aprendizagem de conceitos, habilidades procedimentais e o desenvolvimento de atitudes que foram bastante expressivos durante e também após o desenvolvimento das atividades experimentais investigativas na escola.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como principal objetivo analisar o processo de interação social que ocorre durante o envolvimento dos estudantes na realização de atividades experimentais investigativas e suas possíveis contribuições para aprendizagem de conceitos químicos. Partindo desse interesse, são apresentados inicialmente alguns pontos frente a realização de atividades em grupo, inclusive alguns destacados pelos próprios participantes da pesquisa. Posteriormente, apresentamos os aspectos sobre esses mesmos tópicos a partir das etapas da atividade experimental investigativa.

A partir dos pressupostos que foram elencados no primeiro questionário, que teve como interesse evidenciar as concepções sobre o ensino e aprendizagem de química, assim como as visões de experimentação e do trabalho em grupo, pode-se notar que a maioria dos estudantes apresentou maior interesse na realização de atividades individuais quando comparadas com as realizadas em grupo. Os principais pontos negativos, que amparam tal opção são respectivamente, a falta de interesse e responsabilidade de alguns integrantes, o excesso de conversas paralelas ao tema e possíveis discórdias entre os participantes que acabam não respeitando a ideias um do outro. Nos próprios argumentos apresentados indicaram uma incoerência frente ao que se espera ser praticado nos trabalhos em equipe, pois este não deve ser feito isoladamente como um somatório de tarefas individuais e unidas separadamente, necessita-se haver uma cooperação de ações e ideias compartilhadas, a fim de estabelecer relações que descentralizem a individualidade e mostrem o caráter social da própria natureza da Ciência.

Os estudantes que têm preferência por atividades realizadas em grupo, destacaram como principais vantagens a oportunidade de: tirar dúvidas com os colegas; auxiliar os colegas; ter várias ideias diferentes sobre o mesmo tema; dividir as tarefas. Observe que o “tirar dúvidas” e “auxiliar” os colegas, pode ser enquadrada na ZDP, pois Vygotsky (2008) aponta que os estudantes que tenham conceitos já consolidados frente a determinado assunto, possam auxiliar os que ainda se encontram ao nível de desenvolvimento potencial sobre determinado tema, por meio dos diálogos e negociações de ideias.

O interesse por aulas práticas, principalmente com experimentos que oportunizem a manipulação pelos próprios estudantes foi bastante pronunciado, indicando que a motivação, embora questionada por muitos pesquisadores, é um fator que pode vir a

contribuir nas aulas, pois se envolver em situações que se deseja estar pode ser relevante para estimular o envolvimento, a participação e, possivelmente, ir ao encontro da aprendizagem durante as aulas. Já que vivemos em um cenário onde os professores enfrentam desafios diários para conseguirem a atenção dos estudantes durante as aulas, essa metodologia é relevante nesse sentido. Ressalta-se que não é defendido aqui, a ideia de utilizar experimento com intenção de promover um “show científico”, mas de utilizá-lo em um viés investigativo que instigue o estudante por meio de problemas, na qual estes desenvolvam ações e interações dialógicas e que, auxiliem na formação de significados que contribuam para o desenvolvimento do conhecimento científico.

O levantamento dos conceitos científicos já estruturados pelos estudantes, mostrou que prevalece atualmente um ensino pautado na memorização, onde não conseguem estabelecer relações e interpretar questões e diagramas. As concepções cotidianas, mesmo diante de assuntos já estudados durante a vida escolar, prevalecem sob os conhecimentos científicos, evidenciando mais uma vez, o quanto é importante o educador repensar suas próprias práticas docentes, que por diversos fatores acabam por privilegiar aspectos de um ensino conteudista, que não tem se mostrado frutífero quando se deseja a formação de um indivíduo ativo, participativo em assuntos científicos de aspectos sociais, ambientais e tecnológicos.

Diante do que foi observado, considera-se que o Ensino da Educação Básica apresenta diversos problemas e estes têm se refletido na aprendizagem. No entanto, não deseja-se que o professor espere passivamente por melhorias, deixando que os estudantes tenham a construção de seu conhecimento comprometida. Por isso, posiciona-se a favor de repensar o ensino e propor metodologias mais ativas que têm indicado resultados positivos, pode ser um interessante caminho para contribuir significativamente para a educação escolar e a formação de um indivíduo mais ativo e crítico socialmente, com efetiva aplicação de seus conhecimentos nas situações cotidianas.

Buscamos propiciar aulas de Química que privilegiassem esses aspectos mencionados, a partir da realização de atividades experimentais investigativas. Foi possível notar, que os estudantes se envolveram com o problema e ao longo do período de desenvolvimento da atividade houveram avanços positivos em relação a autonomia, comprometimento e as interações ocorridas entre os estudantes e destes com a professora, que passaram a existir de maneira cada vez mais intensa e com avanços na aprendizagem. Na primeira etapa, os estudantes puderam relatar individualmente propostas para produzir o etanol a partir do caldo de cana. Frente às essas respostas pode-se constatar que uma

minoria conseguiu propor um experimento consistente para produzir o etanol, enquanto os demais apresentaram dificuldades em interpretar e elaborar respostas coerentes com o problema experimental apresentado. Notou-se baixa compreensão dos conceitos químicos envolvidos e uma dificuldade em organizar suas ideias na linguagem escrita. Essa característica pode ser consequência da vivência de metodologias pautadas em um ensino tradicional, no qual recebem informações prontas ao invés de privilegiar um ensino reflexivo.

Para proporcionar ambientes em que a linguagem verbal pudesse ter espaço, o mesmo problema experimental respondido de maneira individual foi apresentado aos grupos. Na sequência, realizaram o experimento sugerido, registrando e interpretando as evidências mediante as questões estabelecidas pela professora. Ressalta-se que quando foi observada uma postura de liderança em alguns dos integrantes, que teve inicialmente um comportamento mais autoritário no grupo, ao longo das interações dialógicas, foi perceptível um trabalho em equipe capaz de promover trocas de ideias frente as propostas que foram surgindo, sempre buscando ouvir a opinião de todos antes da tomada de decisões.

As proposições procedimentais sugeridas pelos grupos permitiram compartilhar e reorganizar significados, além de um maior envolvimento com o problema experimental e as relações conceituais. O problema investigativo, segundo Pozo (2009) envolve os estudantes de maneira a fazê-los planejar e não somente executar técnicas procedimentais.

Foi perceptível a construção dos conhecimentos ao longo dessa etapa, em que algumas interpretações e linguagens cotidianas foram se aproximando de significados mais científicos, indicando a interação social como um fator contribuinte na formação de conceitos científicos. Como destacado por Azevedo (2004), a resolução de problema pelo método investigativo faz com que o estudante deixe de ter uma postura passiva para aprender a pensar, verbalizar, escrever e elaborar raciocínios que justifiquem suas ideias.

Destaca-se que a maioria dos grupos conseguiu analisar e apresentar os dados coletados de maneira verbal e escrita, em que os diálogos apresentaram ideias mais detalhadas, frente as respostas escritas. Essa dificuldade pode estar atrelada a própria ausência que os estudantes demonstraram ter com a linguagem científica. A professora buscou estimular as interações e contribuiu para que a linguagem científica fosse cada vez mais desenvolvida.

Um aspecto bastante pronunciado foi a preocupação sobre a proposta estar “correta”, uma vez que o erro acarreta nas tradicionais metodologias como algo que deve

ser punido, ao invés de utilizado para favorecer o aprender do estudante. Nas atividades investigativas, o erro apresenta um importante papel pedagógico, não sendo descartado em primeiro momento, tampouco oferece alguma punição. Ressalta-se que houve interações mais efetivas principalmente durante o surgimento de dúvidas, ou quando a proposição experimental não foi condizente para solucionar o problema. A busca por interpretações dos erros foi trabalhada como parte do processo de aprendizagem, e se mostrou um fator contribuinte para o envolvimento mais ativo dos estudantes. Embora a protagonização do erro no processo de aprendizagem seja um desafio na cultura do ensino formal, deve-se buscar gradativamente sua consolidação.

De maneira geral, considera-se que a interação entre os estudantes e com a professora a partir do problema experimental proposto, favoreceu a formação de conceitos com significação científica. Além disso, contribuiu diretamente para aprendizagem de conteúdos procedimentais e atitudinais. O procedimento experimental investigativo promoveu uma reflexão consciente durante seu planejamento e execução, estabelecendo relações com os conhecimentos químicos envolvidos. Esse processo, como elucidado Vygotsky (2008), ocorreu a partir da mediação no nível de desenvolvimento potencial do indivíduo, de maneira a internalizar as novas informações e torná-las base para a construção de novos significados.

No desenvolvimento das atividades, foi possível notar um controle cada vez maior nas ações dos estudantes. As atitudes se tornaram cada vez mais expressivas, demonstrando terem confiança em expressar suas ideias para os demais, apresentaram curiosidade, motivação, perseverança e colaboraram para conseguir atingir o objetivo comum. Os conceitos científicos foram elucidados em todas as etapas, estabelecendo relações e significados. Como evidenciado por Gil Pérez (1996), a construção de conhecimentos conceituais não se dissocia da compreensão da natureza da Ciência, tampouco do desenvolvimento de habilidades de investigação e de solução de problemas.

Na etapa de sistematização coletiva do conhecimento, a mediação da professora promoveu uma interação entre os grupos e o desenvolvimento de um pensamento ainda mais reflexivo sobre as propostas e estratégias procedimentais que foram realizadas. Nesse momento, pode-se avançar nas interpretações dos fenômenos observados e dados coletados, onde as dúvidas foram expressas, e novas interpretações puderam ser construídas.

Os estudantes avaliaram o minicurso, em especial a atividade experimental investigativa, de forma positiva, pois vários aspectos foram apontados como relevantes,

tais como a oportunidade de realizar experimentos de maneira autônoma buscando solucionar problemas, aumentou o interesse pelas aulas de Química e citaram a aprendizagem de conhecimentos, que se inserem tanto a aprendizagem de conceitos científicos quanto os procedimentais. A satisfação dos estudantes em participar do minicurso foi bastante expressiva. Essas características também foram evidenciadas no relato da professora de Química e de Física da escola, que notou maior interesse e envolvimento dos estudantes com os assuntos abordados, mostrando que pode-se aflorar o espírito científico dos estudantes. Pode-se notar que houve um grande impacto no desenvolvimento das atitudes, pois estes estudantes passaram a desempenhar uma maior autonomia e envolvimento com os assuntos estudados, o que contribuiu para aprendizagem.

Pode-se dizer que foi possível se aproximar da resposta de nossa investigação, que partiu da seguinte questão-problema: *“De que maneira os discursos, as ações e os significados envolvidos nas interações verbais que ocorrem durante a realização de atividades experimentais investigativas nas aulas de Química podem contribuir para a construção do conhecimento científico do estudante?”*.

De acordo com os aspectos vivenciados, coletados, analisados, pode-se notar ações interativas e *dialogicas* que proporcionaram *discursos reflexivos* e que contribuíram significativamente para a interpretação de evidências experimentais e relação destas com *significados de conceitos químicos*, de forma a favorecer a construção do conhecimento científico, assim como promoveu um conhecimento sobre as características da natureza da Ciência. Por fim, destacam-se quatro aspectos que consideramos relevantes para serem inseridos nas aulas de Química: I) envolver os estudantes em situações problemas que os desafiem na Zona de Desenvolvimento Proximal; II) oportunizar as interações entre os estudantes e com a professora, de maneira a promover diálogos e negociações de ideias; III) utilizar experimentos investigativos, a fim de potencializar o envolvimento dos estudantes nas ações, atitudes e interações verbais que possam contribuir para a significação de conceitos químicos e IV) promover um momento de interação entre os grupos e mediação da professora, buscando a reflexão dos estudantes sobre as propostas apresentadas, e quando necessário, tornar o erro uma parte fundamental do processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.
- BARBERÁ, O; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 365-379. 1996. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21466>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977.
- BIANCHINI, T. B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90983>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Trindade, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. 12 jul. 2018.
- BRAIBANTE, M. E. F. et al. A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 20 de abr. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: educação é a base**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf> Acesso em: 10 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Acesso em: 20 de abr. 2018.

BRICCIA, V. Sobre a ciência e o ensino. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1, p. 111-127.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Trindade v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, DF, v. 12, n. 55, p. 4-16, 1992.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, 1999.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos Para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, p. 34-41, 2008.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263. 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIBIN, G. B. **Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos.** 2013. 240 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

- GIL-PÉREZ, D. New trends in science education. **International Journal of Science Education**, London, v. 18, n. 8, p. 889-901, 1996.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.
- GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 34-42, 2007.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, New Zeland, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.
- HODSON, D. Hacia un enfoque, más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, Salem, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2003.
- KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, p. 158-165, 2013a.
- KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de química envolvendo a separação de gases atmosféricos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. extra, p. 1822-1826, 2013b.
- KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. São Carlos: Pedro & João, 2015.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna. 2007.
- LEWIN, A. M. F.; LOMASCÓLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Enseñanza de las Ciencias**, São Paulo, v. 20, n. 2, 147-510, 1998.
- LIMA, R. B. **Processos de clarificação do caldo de cana-de-açúcar aplicando elétrons acelerados**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear-Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2012.
- LIMA, V. A. de; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais no ensino de química: - reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 23, p. 1-5, 2005.

- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.
- MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 270-294, dez. 2000.
- MENESES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. **Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo**. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.
- MIZUKAMI, M. das G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.
- MORAES, R. Teorias implícitas. *In*: Roque Moraes. (org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2011. v. 1, p. 103-130.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2015.
- MORTIMER, E. F.; CARVALHO, A. M. P. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de ciências. **Cadernos de Pesquisa, São Paulo**, n. 96, p. 5-14, 1996.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n.3, p. 7, 2002.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de ensino de Ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 90-100, 2004.
- NÖTH, W. **Panorama da semiótica: de Platão a Peirce**. 4. ed. São Paulo: Annablume, 2005.
- OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.
- OLIVEIRA, R. C. **Química e cidadania: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas**. 2009. 250 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- OLIVEIRA, M. K. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. *In*: DE LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992. p. 23-34.
- PEIRCE, C.S. **Semiótica**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PINHEIRO, P. C.; LEAL, M. C; ARAÚJO, D. A. de. Origem, produção e composição química da cachaça. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 18, p. 3-8, 2003.

PINO, A. S. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 71, 2000.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PRETI, D. (org). **O discurso oral culto**. 2. ed. São Paulo: Humanitas Publicações, 1999. (Projetos paralelos, v.2).

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórica-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 3, p. 27-31, 1996.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. *In*: Moraes, Roque (org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 195-208, 2011.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Resolução SE nº 52, de 02 de outubro de 2014a. Dispõe sobre a organização e o funcionamento das escolas estaduais do Programa Ensino Integral, de que trata a Lei Complementar 1.164, de 4 de janeiro de 2012, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, de 2 out. 2014. Seção 52, p. 14.

Disponível em: <http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/52_14.HTM?Time=10/07/2017%2013:07:47>. Acesso em: 25 mai. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Diretrizes do Programa Ensino Integral**: caderno do gestor do material de apoio ao programa ensino integral do estado de São Paulo. São Paulo, 2014b.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Caderno do aluno**: química. São Paulo: IMESP, 2014-2017a.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Caderno do professor**: química. São Paulo: IMESP, 2014-2017b.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 10, p. 1-19, 2010.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, p. 27-31, 1995.

SILVA, R. M. G.; SCHNETZLER, R. P. Estágios curriculares supervisionados de ensino: partilhando experiências formativas. **EntreVer**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 116-136, 2011.

SUART, R. de C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio em atividades experimentais investigativa**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

TAMIR, P.; ROVIA, M. P. Características de los ejercicios de practicas de laboratorio incluidos en libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 3-12, 1992.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 4. ed. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. Análise das interações discursivas em sala de aula durante a realização de atividades investigativas: um instrumento à favor da aprendizagem no ensino de ciências. *In: Atas do 5º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru. Atas[...] Bauru: ABRAPEC, 2006.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 733-733, 2011.

ZULIANI, S. R. Q. A.; HARTWIG, D. R. A influência dos processos que utilizam a autoformação: uma leitura através da fenomenologia e da semiótica social. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, p. 359-382, 2009.

ZULIANI, S. R. Q. **A Prática de ensino de química e metodologia investigativa**: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social. 2006. 380 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

APÊNDICE A – Documentos e cronograma**APÊNDICE A1 - Ofício, autorizações e termo de consentimento para a realização da pesquisa na escola****Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”****Programa de Pós-Graduação em Ensino de Processos Formativos**

Presidente Prudente, 05 de abril de 2018.

Prezada Senhora Diretora,

A pesquisadora Rebeca Zuliani Galvão é aluna do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Ensino e Processos Formativos, especificamente na linha de Ensino de Ciências e intenciona oferecer um minicurso nomeado “Um olhar químico para o álcool” para os estudantes dessa instituição de ensino, localizada em Osvaldo Cruz-SP, com o objetivo de ensinar conceitos químicos utilizando a atividade experimental investigativa. Assim, os objetivos do minicurso consistem em promover a aprendizagem de conceitos químicos, por meio de abordagem construtivista e envolvimento ativo dos estudantes.

Durante o minicurso, serão coletados dados por testes escritos e entrevistas gravadas, com a intenção de compreender o desenvolvimento e a importância das atividades experimentais investigativas na aprendizagem de Química. As informações obtidas por meio dessa Pesquisa serão utilizadas para fins de Pesquisa Educacional e como é tradição da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP serão tratados com profissionalismo e o mais profundo respeito aos valores éticos e acadêmicos. Cabe salientar que a colaboração da Escola e dos estudantes envolvidos se dará de forma totalmente anônima e que somente a pesquisadora terá acesso aos dados coletados.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin

FCT/ UNESP, Presidente Prudente - SP

Departamento de Química e Bioquímica

Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos

UNESP Campus São José do Rio Preto

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ aluno(a)

matriculado no 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dom Bosco autorizo a mestrandia **Rebeca Zuliani Galvão** do curso do Programa de Pós Graduação em Ensino e Processos Formativos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto, Exatas utilizar os dados coletados durante as atividades desenvolvidas no minicurso “Um olhar químico para o etanol”, que serão coletados dados por meio de testes escritos e gravações de áudio e vídeo. As informações obtidas serão utilizadas para fins de Pesquisa Educacional e tratadas com profissionalismo e o mais profundo respeito aos valores éticos e acadêmicos. Cabe salientar que a colaboração da Escola e dos estudantes envolvidos se dará de forma totalmente anônima e que somente a pesquisadora terá acesso aos dados coletados.

Concordo que compreendi e aceito participar da pesquisa.

Assinatura do (a) Aluno (a)

Assinatura do Responsável

Oswaldo Cruz, _____ de _____ 2018.

AUTORIZAÇÃO

Eu _____, RG _____,
diretora da Escola _____, autorizo a aluna **Rebeca Zuliani Galvão** do curso do Programa de Pós Graduação em Ensino e Processos Formativos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto, a desenvolver o projeto de pesquisa nesta instituição, utilizando equipamentos de áudio e vídeo para coleta de dados.

Diretora da Escola

Oswaldo Cruz, _____ de _____ 2018.

AUTORIZAÇÃO

Eu _____, RG _____,
aluno (a) do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dom Bosco, confirmo minha
participação no minicurso “Um olhar químico para o etanol” e autorizo a pesquisadora
Rebeca Zuliani Galvão a utilizar instrumentos como gravadores de áudio e vídeo, para
coleta de dados de sua pesquisa.

Assinatura do (a) Aluno (a)

Assinatura do Responsável

Oswaldo Cruz, ____ de _____ 2018.

APÊNDICE A2 – Cronograma do minicurso: “Um olhar químico para o etanol”

<i>Momentos</i>	<i>Temas abordados</i>	<i>Tempo de duração (horas)</i>
Conhecendo as visões e os conhecimentos já existentes no sujeito participante em relação à Química.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da professora e dos participantes da pesquisa; • Aplicação do questionário: Visões dos estudantes sobre a Química e a experimentação. • Aplicação do questionário: Levantamento de conhecimentos cotidianos e científicos. 	2
Introdução a construção do pensamento científico.	<p style="text-align: center;">O que é ciência?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento científico; • Importância da ciência em nossa sociedade. 	2
	<p style="text-align: center;">Como fazer ciência?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento investigativo; • Fazendo ciência; • Visão inadequada sobre ciências. <p style="text-align: center;"><i>Dinâmica da caixa – construção do pensamento científico.</i></p>	
	<p style="text-align: center;">O que é química?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principais características da química; • Importância da aprendizagem de química. 	2
	<p style="text-align: center;">Química em nossa vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Química no cotidiano; • Grandes contribuições de químicos para a sociedade. <p style="text-align: center;"><i>Conhecendo vidrarias e equipamentos de proteção individual.</i></p>	

Conhecendo conteúdos conceituais e técnicas experimentais.	O que é matéria?	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Propriedades físicas e químicas da matéria. 	
	Transformações físicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Fusão, vaporização, condensação, solidificação e sublimação. 	
	Transformações químicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Características de transformações químicas; • Reações químicas presentes no cotidiano. <p><i>Atividade experimental</i> – reações químicas presentes no cotidiano.</p>	
	Substâncias puras e misturas	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Substância pura simples e compostas; • Misturas homogêneas e heterogêneas; • Principais métodos de separação de misturas homogênea e heterogênea. <p><i>Atividade experimental</i> – principais métodos de separação de misturas.</p>	
Realização das atividades experimentais investigativas.	<p style="text-align: center;">Atividade experimental investigativa I – Produção do etanol</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do problema experimental I; • Realização da atividade experimental investigativa: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração da proposta experimental individual; - Elaboração da proposta experimental em grupo; 	4

	<ul style="list-style-type: none"> - Execução da estratégia procedimental; - Coleta e análise de dados. 	
	<p>Atividade experimental investigativa II – Separação do etanol</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do problema experimental I; • Realização da atividade experimental investigativa: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração da proposta experimental individual; - Elaboração da proposta experimental em grupo; - Execução da estratégia procedimental; - Coleta e análise de dados. 	3
	<p>Atividade experimental investigativa II – Identificação do etanol</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do problema experimental I; • Realização da atividade experimental investigativa: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração da proposta experimental individual; - Elaboração da proposta experimental em grupo; - Execução da estratégia procedimental; - Coleta e análise de dados. 	2
Entrevistas com os grupos separadamente	Entrevistas semi-estruturadas sobre as atividades realizadas durante o minicurso.	3
Estruturação coletiva do conhecimento e mediação da pesquisadora.	Etapa de argumentação, análises e discussões das propostas experimentais sugeridas por todos os grupos.	2
Encerramento – Aplicações e implicações do etanol.	<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas e químicas do etanol; • Processos industriais de obtenção do etanol; • Etanol e suas aplicações; 	2

	<ul style="list-style-type: none">• Conscientização do consumo do etanol em bebidas alcólicas.	
Avaliação do minicurso pelos estudantes.	<ul style="list-style-type: none">• Aplicação do questionário: Concepções dos estudantes sobre o minicurso.• Conversa entre os participantes da pesquisa e a pesquisadora sobre as concepções gerais do minicurso.	2

APÊNDICE B – Questionário 1 “Visões sobre a Química e a Experimentação”

O desenvolvimento e resultados confiáveis de uma pesquisa somente são válidos quando os participantes estão dispostos a contribuir verdadeiramente. Por isso, peço gentilmente, que você responda com atenção e sinceridade as questões propostas. Nesse questionário, gostaria de conhecer um pouco melhor sobre você e sua relação com a Química. Fique tranquilo(a) para responder, pois em nenhum momento o seu nome será divulgado.

Nome: _____

Idade: _____

Estou matriculado(a) no _____ ano do Ensino Médio.

Escola: _____

1 - Quando ocorreu o seu primeiro contato com aulas de Química na escola? Responda somente uma opção.

() 9º Ano do Ensino Fundamental II durante a disciplina de Ciências

() 1º Ano do Ensino Médio nas aulas de Química

() Nunca presenciei uma aula de Química

() Outro

Caso você tenha respondido a opção “outro”, diga quando foi seu primeiro contato com as **aulas de Química** na escola:

1.1 - Agora, faça uma reflexão a respeito das aulas de Química que você presenciou e tente descrever como eram ou são essas aulas.

1.2 - Como você gostaria que fossem suas aulas de Química?

2 – Em sua opinião, você acha que **estudar Química** na escola é importante?

() Sim () Não

Por quê?

3- Para você, o que são **experimentos**?

4- Você já participou de alguma aula de Ciências, Química, Física ou Biologia em que foram feitas atividades com **experimentos**?

() Sim () Não

Caso sua resposta seja **sim**, responda:

4.1- Em qual(is) dessa(s) disciplina(as) citadas anteriormente?

() Ciências () Química () Física () Biologia

4.2- Se você se lembrar, tente descrever como foram essas **aulas com experimentos**?

5. Você considera ter **dificuldades** em relação aprendizagem de conceitos Químicos?

() Sim () Não

Em caso de **responder sim**, relate quais seriam os **principais motivos** que dificultam sua aprendizagem?

6- Pensando em sua aprendizagem e no desenvolvimento de atividades, você prefere estudar:

() Individualmente () Em grupo

Justifique.

6.1- Em sua opinião, quais são os **aspectos positivos** e **negativos** de se estudar em grupo?

Aspectos positivos:

Aspectos negativos:

Agradeço a sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE C – Questionário 2 “Levantamentos de conhecimentos prévios”

O desenvolvimento e resultados confiáveis de uma pesquisa somente são válidos quando os participantes estão dispostos a contribuir verdadeiramente. Por isso, peço gentilmente, que você responda com atenção e sinceridade as questões propostas. Nesse questionário, gostaria de buscar os seus conhecimentos prévios sobre alguns temas que são estudados na Química. Fique tranquilo(a) para responder, pois em nenhum momento o seu nome será divulgado.

Nome: _____

Levantamento de conhecimentos prévios

1. A química é uma ciência direcionada ao estudo da composição, propriedades e transformações da matéria. Defina o que você entende por **matéria**.

2. Vivemos em constante contato com os diferentes estados físicos da matéria. Cite quais estados físicos da matéria que você conhece, definindo-os e citando exemplos de cada estado.

Estado físico da matéria	Exemplos

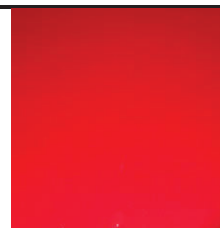
3. Observe a tirinha a seguir e responda quais são as mudanças de estados físicos que ocorrem com a água.



A



B



C

- a) A mudança de estado físico de A para B é chamada de: _____
- b) A mudança de estado físico de B para C é chamada de: _____
- c) A mudança de estado físico de C para B é chamada de: _____
- d) A mudança de estado físico de B para A é chamada de: _____
- e) A mudança de estado físico de A para C é chamada de: _____
- f) A mudança de estado físico de C para A é chamada de: _____

4. Complete as lacunas a seguir:

- **Ponto de fusão** é a temperatura em que ocorre a passagem do estado _____ para o estado _____ de determinada substância.
- **Ponto de ebulição** é a temperatura em que ocorre a passagem do estado _____ para o estado _____ de determinada substância.

5. Em nosso cotidiano, existem diversas transformações químicas e físicas que ocorrem com a matéria. Observe as imagens a seguir e classifique-as em **transformações químicas** ou **físicas**.

Derretimento do gelo



() Química ()
Física

Amadurecimento das frutas



() Química ()
Física

Fermentação nos pães



() Química ()
Física

Ferrugem



Derretimento do ouro



Secagem das roupas no varal



() Química () Física () Química () Física () Química () Física

5.1 Quais são as características de uma **transformação química**?

5.2 Quais são as características de uma **transformação física**?

5.3 O que é uma **reação química**?

6. Classifique as substâncias abaixo em misturas homogêneas ou heterogêneas.

Água e óleo



() Homogênea
() Heterogênea

Suco de uva



() Homogênea
() Heterogênea

Água líquida com gelo



() Homogênea
() Heterogênea

Granito



() Homogênea
() Heterogênea

Prego de aço



() Homogênea
() Heterogênea

Ar atmosférico

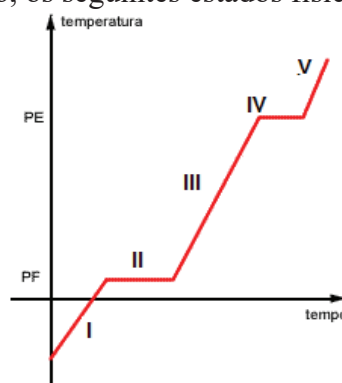
() Homogênea
() Heterogênea

7. Os componentes de uma mistura podem ser separados por meio de diferentes métodos de separação. Relacione os métodos de separação mais adequados para separar as respectivas misturas:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a) água e óleo | () funil de decantação |
| b) água e sal | () filtração simples |
| c) água e areia fina | () destilação simples |
| d) derivados do petróleo | () destilação fracionada |

8. Indique no diagrama de aquecimento, os seguintes estados físicos:

- () Estado sólido;
 () Equilíbrio líquido-gasoso
 () Estado gasoso
 () Estado líquido
 () Equilíbrio sólido-líquido



8.1 O diagrama de aquecimento representa uma:

- () Mistura () Substância
 pura

Justifique.

9. Você conhece algum método ou processo de obtenção do álcool?

- () Sim () Não

Em caso **afirmativo**, descreva como o álcool pode ser obtido.

Agradeço a sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE D – Dinâmica da caixa preta

Dinâmica da caixa preta

Materiais necessários:

- ✓ 2 caixas plásticas não transparentes;
- ✓ 2 bolinhas de gude;
- ✓ 2 bolinhas de isopor;
- ✓ 2 arruelas;
- ✓ 2 cliques;
- ✓ 2 lápis redondos não apontados;
- ✓ 2 lápis redondos apontados;

Desafio:

Em uma das caixas coloque três objetos dos que estão listados, sem que haja repetição, como por exemplo: um lápis redondo, uma bolinha de gude e uma arruela. Em seguida, entregue essa caixa para os estudantes junto com outra caixa vazia (caixa teste) e os materiais contidos na lista. Proponha a eles que tentem descobrir os objetos presentes na caixa fechada, sem que abram a mesma.

Condições para desenvolver a dinâmica¹²:

1. As informações de quantos objetos e a não repetição dos mesmos dentro da caixa não devem ser omitidas;
2. Os estudantes devem ter liberdade para manipular a caixa, contanto que não seja aberta;
3. A caixa teste poderá ser aberta quantas vezes forem necessárias;
4. O grupo não deverá ser pressionado com o tempo ao levantar e testar as hipóteses (normalmente são necessários menos que dez minutos);
5. A diferença entre o lápis redondo e sextavado (apontado e não apontado) não deve ser informada, a fim de discutir a importância da observação dos detalhes em um experimento;
6. As propostas dos objetos podem ser registradas em um papel e no final da atividade apresentada para os demais grupos e para professora, a fim de ser estabelecido um diálogo e um consenso entre a proposta;
7. No final da atividade a caixa poderá ser aberta ou não. Caso esta seja aberta, realizar novamente a atividade e no final não abri-la, contextualizando com o que ocorre nos procedimentos científicos, uma vez que os fenômenos fato dos fenômenos envolvidos serem invisíveis aos nossos olhos.

¹² KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. 1. ed. São Carlos: Pedro & João, 2015. 352 p.

Registros de evidências e hipótese

O desenvolvimento e resultados confiáveis de uma pesquisa somente são válidos quando os participantes estão dispostos a contribuir verdadeiramente. Por isso, peço gentilmente, que você responda com atenção e sinceridade as questões propostas. Essa atividade busca iniciar a compreensão a cerca do conhecimento científico. Fique tranquilo (a) para responder, pois em nenhum momento o seu nome será divulgado.

Nomes dos integrantes do grupo:

Dinâmica da caixa preta – Construindo o conhecimento científico

1. Quais são os três objetos que estão dentro da caixa?

2. Quais evidências indicaram os possíveis objetos que estariam dentro da caixa?

3. Houve consenso geral do grupo para decidir os três objetos?

() Sim () Não

3.1 Quais foram os argumentos apresentados para prevalecer à escolha apresentada pelo grupo?

Agradeço a sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE E – Experimentos

APÊNDICE E1 – Experimento “Fazendo pão”

Objetivo: Analisar o preparo de massas de pão com diferentes reagentes.

Problema experimental: *Por que é possível fazer o pão crescer?*

Quem não gosta de comer no café da manhã ou mesmo no lanche da tarde aquele pão quentinho e macio, ainda mais com uma manteiga passada nele? Praticamente todo mundo, não é mesmo? O pão foi um dos primeiros alimentos produzidos e transformados pelo homem, sendo bastante nutritivo, macio, leve e, é claro, muito saboroso. Vamos analisar um dos processos químicos envolvidos no preparo do pão.

Materiais e Reagentes:

- Colher;
- Copo de plástico;
- Frasco;
- Filme plástico;
- Fermento químico;
- Fermento biológico;
- Água;
- Farinha.

Procedimento:

1- Preparar três massas de pão e colocar em recipientes separados e cobertos com filme plástico (PVC), de acordo com o esquema mostrado a seguir:

- 1 colher (de café) de açúcar + 1 colher (de café) de fermento químico + 13 colheres (de sopa) de farinha + $\frac{1}{4}$ de copo de água;
- 1 colher (de café) de açúcar + 13 colheres (de sopa) de farinha + $\frac{1}{4}$ de copo de água;
- 1 colher (de café) de açúcar + $\frac{1}{4}$ de tablete de fermento biológico dissolvido separadamente em $\frac{1}{4}$ de copo de água morna + 13 colheres (de sopa) de farinha.

2- Depois de 30 minutos, observar os 3 recipientes e anotar as evidências.

APÊNDICE E2 – Experimento “Reação com substâncias do limão”

Problema experimental: *Como podemos utilizar limão para escrever uma carta?*

Objetivo: Verificar as evidências de uma reação química.

Materiais e Reagentes:

- 1 limão;
- Pincel ou cotonete;
- 1 béquer ou copo plástico;
- 1 lamparina, vela ou lâmpada;
- Fósforo;
- Folhas de papel sulfite branca.

Procedimento:

- 1- Espremer o limão no copo plástico;
- 2- Umedecer o cotonete no suco do limão e escrever uma mensagem sobre a folha de papel sulfite branca;
- 3- Esperar o papel secar totalmente;
- 4- Colocar o papel em cima do calor da chama de uma vela (com cuidado para não encostar papel na chama);
- 5- Observar e anotar as evidências.

APÊNDICE E3 – Experimento “Características do etanol”

Exp. I - Inflamabilidade do etanol

Objetivo: Testar a inflamabilidade do etanol.

Problema experimental: *Como o etanol pega fogo?*

O etanol é uma substância altamente inflamável, liberando facilmente vapores que podem entrar em combustão em contato com uma fonte de calor e presença de gás oxigênio. A combustão é um processo químico, havendo transformação de substâncias. A reação química a seguir, representa a combustão do etanol.



Materiais e Reagentes:

- Etanol;
- Fósforo;
- Vidro de relógio;
- Pipeta de Pasteur.
- Tripé;
- Tela de amianto.

Procedimento:

1- Gotejar com o auxílio de uma pipeta de Pasteur 10 gotas de etanol no vidro de relógio;

2- Acender o fósforo e aproximá-lo do etanol.

Figura E2.1. Teste da inflamabilidade do etanol.



Fonte: Autoria própria.

Exp. II - Construção de um bafômetro (reação com o etanol)

Objetivo: Construir um bafômetro simples e entender o princípio químico de um bafômetro simples.

Problema experimental: *O que pode interferir na coloração presente no teste do bafômetro?*

Um dos primeiros bafômetros usados comercialmente, cujo princípio continua ainda a ser empregado nos dias de hoje, foi desenvolvido por R. F. Borkenstein em 1958. De acordo com a concepção de Borkenstein, o ar soprado pelo suspeito é bombeado em uma solução de dicromato de potássio fortemente acidulada com ácido sulfúrico e o etanol introduzido na solução reage com os íons dicromato, produzindo acetaldeído e íons Cr(III). Conforme o etanol reage, há uma **mudança da coloração laranja** característica desta solução **para um tom esverdeado**, característico dos íons Cr(III).

Problema experimental: *O que ocorre com o álcool dentro do bafômetro?*

Materiais e Reagentes:

- Balões de aniversário;
- Pedacos de tubo de plástico transparente (com diâmetro externo de aproximadamente 1 cm);
- Giz escolar branco fragmentado;
- Algodão;
- Espátula;
- Dicromato de potássio;
- Ácido sulfúrico concentrado;
- Etanol;
- Água.

Procedimento:

1- Colocar os fragmentos de giz em um recipiente e em seguida molha-los com solução ácida de dicromato de potássio (previamente preparada), de maneira a ficarem

úmidos, mas não encharcados (os fragmentos de giz misturados na solução devem adquirir uma coloração homogênea);

2- Colocar um chumaço pequeno de algodão em cada um dos dois;

3- Colocar mais ou menos a mesma quantidade de fragmentos de giz nos dois tubos;

4- Gotejar algumas gotas de etanol em um dos balões. No outro balão, não colocar nada, pois ele será o controle do experimento;

5- Encher os dois balões com mais ou menos as mesmas quantidades de ar (quem encher os balões não deve ter consumido bebidas alcoólicas recentemente);

6- Conectar os balões aos tubos previamente preparados, começando pelo balão que não tem etanol;

7- Soltar o ar vagarosamente despertando a rolha; 8 - Fazer o mesmo procedimento com o balão que continha o etanol. Após o ar escoar pelos balões, comparar a alteração na coloração dos dois tubos¹³.

Figura E2.2. Imagem demonstrativa da construção alternativa de um bafômetro.



Fonte: Autoria própria.

¹³ FERREIRA, G. A. L. MÓL, G. S. SILVA, R. R. Bafômetro: um modelo demonstrativo. **Química nova na escola**. n 5, 1997.

APÊNDICE E4 – Experimento “Separação de misturas”

Objetivo: Reconhecer os processos de separação de misturas homogêneas e heterogêneas.

Exp. I – Separação de líquidos imiscíveis

Problema experimental: Como separar uma mistura de água com óleo?

A decantação é um processo de separação de misturas heterogêneas entre dois líquidos imiscíveis entre si ou sólido num líquido.

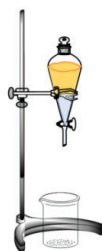
Materiais e Reagentes:

- Funil de Decantação;
- Anel de ferro;
- Béquero;
- Suporte universal;
- Proveta;
- Água;
- Óleo.

Procedimento:

1- Montar o sistema de decantação de acordo com a Fig. E3.1, ajustando o anel de ferro no suporte universal; **2-** Adicionar 25 mL de água e o 25 mL óleo no funil de decantação (lembre-se de verificar se a torneira está fechada e tampar o funil) e colocá-lo no suporte universal; **3-** Agitar a mistura; **4-** Colocar o béquer em baixo do funil; **5-** Abrir a torneira e deixar escorrer bem lentamente a fase mais densa (fase correspondente a água).

Figura E3.1. Sistema de decantação utilizando o funil de decantação.



Fonte: Autoria própria.

Exp. II – Separação sólido-líquido

Problema experimental: Como podemos separar água com areia fina?

A filtração é uma técnica de separação de misturas heterogêneas constituídas por sólido disperso em meio líquido. Emprega-se um filtro para separar a fase sólida da líquida.

Materiais e Reagentes:

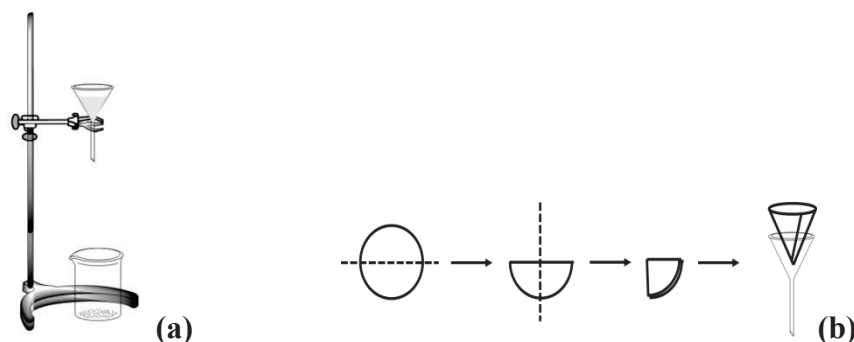
- Funil;
- Papel de filtro;
- Anel de ferro;
- Béquer;
- Proveta;
- Suporte universal;
- Bastão de vidro;
- Colher;
- Água;
- Terra.

Procedimento:

1 - Montar o sistema de filtração de acordo com a Fig.E3.2(a), ajustando o anel de ferro no suporte universal, colocando o funil e o papel de filtro (Fig.E3.2(b));

2 - adicionar 50 mL de água e 1 colher de areia fina no béquer; 3 - agitar a mistura; 4 - colocar o outro béquer em baixo do funil; 5 - com o auxílio do bastão de vidro, escoar para o funil a mistura heterogênea.

Figura E3.2. Sistema de filtração simples (a) Esquema ilustrando como dobrar um papel de filtro de maneira adequada.



Fonte: Autoria própria.

Exp. III – Separação de misturas homogêneas contendo líquido-líquido

Problema experimental: *Como podemos separar o etanol contido no vinho?*

A destilação é um processo físico de separação de misturas homogêneas. Essa técnica é uma das mais aplicadas em laboratórios de Química e baseia-se na diferença de temperatura de ebulição entre misturas de líquido-líquido ou sólido líquido.

Materiais e Reagentes:

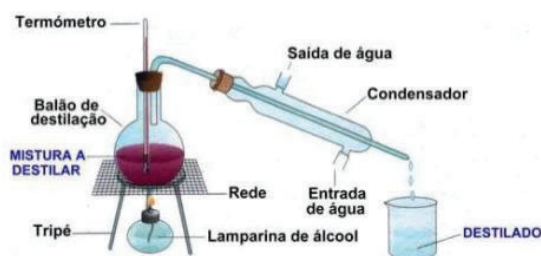
- Lamparina;
- Suporte universal e garras;
- Tela de amianto;
- Tripé;
- Balão de destilação;
- Conector;
- Termômetro 0-100°C.
- Condensador;
- Mangueiras de látex;
- Proveta;
- Pérolas de vidro;
- Erlenmeyer;
- Vinho.

Procedimento:

1- Medir 50 mL de vinho e colocar no frasco de destilação; 2- Aquecer lentamente o sistema, Fig. 5, de tal modo que a velocidade da destilação seja constante e não mais que uma

gota de destilado por 3 segundos; **3-** Começar a recolher o destilado numa proveta; **4-** Anotar a temperatura a cada mL de destilado que cai na proveta até que complete a destilação.

Figura E3.3. Sistema de destilação simples para a análise de álcool em vinho.



Fonte: Autoria própria.

Exp. IV – Separação por destilação – Uma prática alternativa

Problema experimental: Como podemos separar o etanol contido no vinho?

É possível com a criação de um sistema de destilação com materiais alternativos conseguimos o álcool contido no vinho? Vamos utilizar da experimentação como ferramenta de base para a discussão e reflexão no processo de construção coletiva de conhecimentos.

Materiais:

- Lâmparina;
- Suporte universal e garras;
- Tela de amianto;
- Tripé;
- Tubo de ensaio;
- 2 Rolhas;
- Termómetro 0-100°C;
- G arrafa PET com gelo;
- Mangueiras de látex;
- Proveta;
- 2 Erlenmeyers;
- Vinho.

Procedimento:

1 - Medir 25 mL de vinho e colocar no frasco de destilação. **2** - Aquecer lentamente o sistema, Fig. 5, de tal modo que a velocidade da destilação seja constante e não mais que uma gota de destilado por 3 segundos. **3** - Começar a recolher o destilado numa proveta; **4** - Anotar a temperatura a cada mL de destilado que cai na proveta até que complete a destilação.

Figura E4.4. Sistema alternativo de destilação simples para a análise de álcool em vinho.



Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE E5 – Experimento “Evidência de uma reação espontânea da palha de aço.

Objetivo: Verificar as evidências de uma reação espontânea.

Problema experimental: *Como ocorre o processo de ferrugem?*

Materiais e Reagentes:

- Béquero;
- Palha de aço;
- Vinagre;
- Termômetro.

Procedimento:

1- Adicionar 30 mL de vinagre no béquer e verifique a temperatura com o auxílio de um termômetro;

2- Mergulhar $\frac{1}{4}$ de uma palha de aço no vinagre;

3- Aguardar por alguns minutos;

4- Verificar novamente a temperatura, observar e anotar as evidências.

APÊNDICE F – Texto um olhar químico para o etanol e lista de vidrarias e equipamentos

APÊNDICE F1 – Texto: Um olhar químico para o etanol

No Brasil, o álcool é produzido desde o início do século, mas devido à crise do petróleo no início da década de 70, o país investiu na produção de álcool, implantando o Programa Nacional de Álcool, em 1975. Com isso, o Brasil tornou-se o primeiro país a desenvolver um programa alternativo de combustível para substituição à gasolina¹⁴.

Atualmente, o Brasil destaca-se como o maior produtor de álcool mundial oriundo da cana-de-açúcar, uma espécie vegetal originária da Ásia e da Oceania, inicialmente usada no Brasil Colônia para a produção de rapadura e de aguardente. A cana-de-açúcar apresenta na sua composição a sacarose - $C_{12}H_{22}O_{11}$, um dissacarídeo que sofre hidrólização e produz dois monossacarídeos: a frutose - $C_6H_{12}O_6$ e a glicose - $C_6H_{12}O_6$. Para a obtenção do etanol usualmente emprega-se um processo envolvendo açúcares, onde a matéria-prima comumente utilizada é a cana-de-açúcar; após o processo de produção é necessário a separação e purificação, de acordo com os fins propostos.

Existem importantes razões para a produção do etanol, podem-se destacar os seguintes fatores:


- Trata-se de energia renovável e combustível menos poluente;
- Utiliza tecnologia 100% nacional;
- Emprega mão-de-obra direta, com fixação do homem no meio rural;
- É um programa de conteúdo estratégico pelo seu caráter nacionalístico e pela sua dispersão territorial.

O etanol é extremamente importante do ponto de vista industrial e ambiental, é utilizado em bebidas, cosméticos, produtos de higiene pessoal, limpeza, tintas, vernizes, combustíveis renováveis, etc. Segue abaixo algumas informações físico-químicas sobre o etanol¹⁵.

¹⁴ TOSETTO, G. M. Influência da Matéria-Prima no Comportamento Cinético de Levedura na Produção de Etanol. 2002. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

¹⁵ BRAIBANTE, M. E. F. et al. A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

Tabela F1. Propriedades físico-químicas do etanol¹⁶.




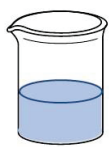
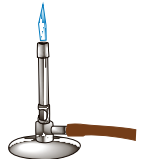
Propriedades	
Fórmula molecular	C ₂ H ₆ O
Massa molar / g.mol ⁻¹	46.06
Ponto de fusão / °C	- 114,1
Ponto de ebulição / °C	78,3
Solubilidade em água	Miscível
Densidade a 20°C / g.mL ⁻¹	0,789
Inflamável	

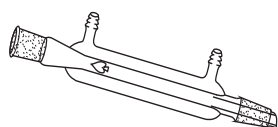
¹⁶ Ficha de Informação de Produto Químico. < <http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Etanol.pdf>>. Acesso em: 20 de abr. 2018.

APÊNDICE F2 – Lista de vidrarias e equipamentos

Tabela F.2 contendo a relação de algumas vidrarias e equipamentos utilizados em laboratório de pesquisa, que serão utilizadas em nossas experiências.

Tabela F.2. Relação de vidrarias e equipamentos utilizados.

Vidrarias e equipamentos	Nomes das vidrarias e equipamentos	Utilidades
	<i>Anel de ferro com mufa</i>	É um anel metálico que se adapta ao suporte universal. Serve como suporte para a rede de amianto, funil de separação, funil simples, etc.
	<i>Balão de destilação</i>	É mais usado para o aquecimento de líquidos e reações com desprendimento de gases.
	<i>Balança</i>	É um instrumento que mede a massa de um corpo. Portanto, o correto é dizer que as balanças medem as massas dos corpos e objetos, não o peso deles.
	<i>Béquer</i>	Recipiente usado em reações, dissolução de substâncias, aquecimentos de líquidos, etc. Para o levar ao fogo, usa-se tripé com a proteção da rede de amianto.
	<i>Bico de Bunsen</i>	É a fonte de aquecimento mais utilizada em laboratório. A chama do bico deve ser a azul (oxidante), pois não deixa resíduos nos materiais.

*Condensador*

É empregado nos processos de destilação. Sua finalidade é condensar os vapores do líquido. É refrigerado a água.

*Conector*

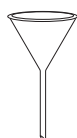
Utiliza-se na destilação de substâncias e no aquecimento de líquidos. Sua conectividade varia com o condensador.

*Erlenmeyer*

Utiliza-se na dissolução de substâncias, nas reações químicas, no aquecimento de líquidos e nas titulações. A sua capacidade é variável.

*Espátula*

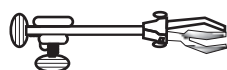
Permite retirar substâncias sólidas de frascos. São feitas normalmente em metal.

*Funil*

Usado em transferências de líquidos e em filtrações de laboratório, isto é, na separação das fases de misturas heterogênea.

*Funil de decantação
ou separação*

Recipiente de vidro em forma de pera, que possui uma torneira. É utilizado para separar líquidos imiscíveis. Deixa-se decantar a mistura; a seguir abre-se a torneira deixando escoar a fase mais densa.

*Garra metálica*

Essas garras permitem prender outros objetos no suporte universal.

*Papel de filtro*

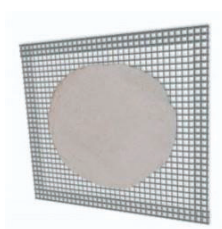
Papel poroso, que retém as partículas sólidas, deixando passar apenas a fase líquida.

*Proveta*

É empregue em medições aproximadas de volumes de líquidos. Há provetas cuja capacidade varia de 5 mL a 2000 mL. Nunca deve ser aquecida.

*Suporte universal*

É um suporte de ferro que permite prender vários outros utensílios como argolas, garras, etc.

*Tela de amianto*

Usado para sustentar frascos de vidro que vão ao aquecimento, pois distribui uniformemente o calor proveniente das chamas do bico de Bunsen, evitando assim, que se quebrem.

*Termômetro*

É um instrumento que permite observar a temperatura que vão alcançando algumas substâncias que estão sendo aquecidas.

*Tripé*

Usado para sustentar a rede de amianto ou o triângulo de porcelana.

APÊNDICE G – Questionários “Problema Investigativo Individual e em grupo”**APÊNDICE G1 – Questionário 3 – Individual “Problema experimental I”**

Em toda etapa do desenvolvimento da atividade experimental investigativa é necessário ter atenção e comprometimento para elaborar propostas e estratégias procedimentais para solucionar o problema apresentado. Fique à vontade para responder, pois o seu nome será preservado.

Nome: _____

Questionário Individual

Problema investigativo: *Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana?*

1 - Qual proposta você sugere para **PRODUZIR** o etanol a partir do caldo de cana?

2 - Relate todos os **materiais** (reagentes, vidrarias, equipamentos) que você precisa para testar sua hipótese.

3 - Represente por meio de um esquema ou desenho o **procedimento experimental** sugerido para produção do etanol.

Agradeço por sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE G2 – Questionário 4 – Grupo “Problema investigativo I”

Para o desenvolvimento da atividade experimental investigativa é de necessário ter atenção, comprometimento e respeito com as opiniões de cada integrante do grupo. Tentem JUNTOS solucionar o problema apresentado. Peço ainda, que as respostas sejam SINCERAS, pois é de extrema importância para os resultados da pesquisa. Fiquem à vontade para responder, pois os nomes de vocês serão preservados, assim como as gravações em áudio realizadas durante toda atividade.

Nomes dos integrantes do Grupo:

“Através dos diálogos com os integrantes do grupo, vocês devem propor e elaborar estratégia procedimentais, em busca da de solucionar o problema experimental apresentado!”

Problema investigativo: *Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana?*

1 - Converse com seus colegas de grupo e escreva a **proposta** sugerida para **PRODUZIR** o etanol a partir do caldo de cana?

2 - Quais são os **materiais** (reagentes, vidrarias, equipamentos) que vocês precisam para testar essa hipótese.

3 - Represente por meio de um esquema ou desenho o **procedimento experimental** sugerido pelo grupo para produção do etanol.

Agora vocês podem testar experimentalmente a proposta!

4 - O experimento realizado confirma a proposta sugerida pelo grupo, ou seja, foi possível **identificar** a presença do etanol?

() Sim () Não

4.1 - Quais as **evidências** macroscópicas que indicam que a substância obtida é o etanol?

4.2 - O processo de identificação, ou seja, de confirmação do etanol que vocês utilizaram, pode ser classificado como:

() Químico () Físico

Justifique.

4.3 - Ocorreu alguma reação química na **identificação** do etanol?

() Sim () Não

Em caso **afirmativo**, represente essa reação.

Agradeço por sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE H – Questionário 5 “Concepções dos estudantes sobre minicurso”

O desenvolvimento e resultados confiáveis de uma pesquisa somente são válidos quando os participantes estão dispostos a contribuir verdadeiramente. Por isso, peço gentilmente, que você responda com atenção e sinceridade as questões propostas referentes ao desenvolvimento e conclusões da “nossa atividade experimental investigativa”. Fique tranquilo(a) e a vontade para responder, pois em nenhum momento o seu nome será divulgado.

Nome: _____

Concepções dos estudantes sobre a atividade experimental investigativa

1 - Você gostou de realizar as **atividades experimentais investigativas** durante o minicurso “Um olhar químico para o álcool”?

() Sim () Não

Comente:

2 - Em sua opinião, quais são os principais aspectos **positivos** e/ou **negativos** de realizar as atividades experimentais investigativa?

Aspectos positivos:

Aspectos negativos:

3 - Desenvolver as atividades experimentais investigativas **interagindo** e **dialogando** com os demais integrantes do grupo, facilitou a resolução dos problemas experimentais apresentados?

() Sim () Não

Comente:

4 - Em sua opinião, quais foram as **vantagens** e as **desvantagens** de fazer as investigações experimentais em grupo?

Vantagens:

Desvantagens:

5 - Você acredita que as **atividades investigativas** contribuíram para sua aprendizagem?

() Sim () Não

Em caso **afirmativo**, descreva o que você aprendeu.

Em caso **negativo**, tente expor os motivos por não ter contribuído.

6 - Você apresentou maior **dificuldade de resolução**?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, indique quais foram as principais dificuldades apresentadas frente as etapas realizadas durante as investigações (Pode citar mais de uma opção).

- () Elaborar as propostas para solucionar os problemas experimentais.
- () Escolher os materiais e reagentes necessários.
- () Esquematizar o procedimento experimental.
- () Realizar a atividade experimental.
- () Outras.

Em caso você tenha assinalado a opção “outras”, quais foram às dificuldades?

7 - Você considera que o minicurso auxiliou na sua aprendizagem de conceitos químicos e físicos?

() Sim () Não

Em caso **afirmativo**, relate o que você aprendeu.

Em caso **negativo**, sugira melhorias para o minicurso.

8 - Quais são suas **sugestões** para as aulas de Química de sua Escola?

Agradeço por sua participação e contribuição!

Rebeca Zuliani Galvão

APÊNDICE I – Transcrições do Problema experimental I para o grupo A

APÊNDICE II – Episódio 01-A “Elaboração de propostas e estratégia procedimental para produção do etanol”

Transcrição do áudio referente as propostas do grupo ao responderem o questionário referente ao Problema Investigativo I.

Grupo A: Nati, Bia e Pati.

Tempo de gravação: 00:12:36.

Observações: Os estudantes iniciaram os áudios falando os nomes, isso ocorre devido a solicitação da professora/pesquisadora para facilitar a identificação das vozes. Vale ressaltar que, as identidades dos participantes foram preservadas, substituindo os nomes reais por nomes fictícios. Embora tenham recebido orientações para não pausar a gravação, no término de cada atividade, os mesmos pausaram a gravação.

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrições das falas
01	Bia, Nati e Pati	Vamos falar os nomes...Naty...Bia.. Pati... ((silêncio))
02	Bia	---
03	Nati	Éh:: ... Lê a pergunta
04	Pati	Ah:: lê Bia
05	Bia	Tá [sic passim] escrito assim... Como podemos obter o etanol a partir do caldo de cana? Converse com os seus colegas de grupo e escreva a proposta sugerida para produzir o etanol a partir do caldo de cana...O que vocês acham? ((mudança no tom de voz quando perguntou a opinião do grupo))
06	Pati	Que tem que tirar a:: como que é o nome? Pera ai... a sacarose...não é?
07	Nati	Tem que retirar a sacarose...
08	Bia	NÃO...Pra [sic passim] PRODUZIR
09	Nati	Então...retira a sacarose da cana de açúcar e vai formar o etanol
10	Bia	Pra mim precisa pegar ah...o caldo de cana...acrescentar fermento biológico e deixar produzir
11	Nati	Hum... Eu acho que tem que tirar a sacarose e aí...
12	Bia	Não tem como tirar miga...(sic) porque é feito tudo pura açúcar
13	Nati	E a frutose...porque a frutose do caldo de cana que vai então romper
14	Bia	Bia: A frutose é a mesma coisa que açúcar ...frutose...sacarose é a mesma coisa
15	Pati	Então...mas o caldo contém açúcar...

16	Bia	Para... proposta para PRODUZIR...Primeiro...
17	Nati	Primeiro no caldo de cana tem o que? açúcar...bastante açúcar...o açúcar não pode ser retirado
18	Bia	Retira...mas éh:: olha o que eu tô (sic) pensando...não tem como porque é pura açúcar...como eu vou tirar açúcar do açúcar?
19	Nati	Então...por isso que eu tô (sic) falando...a sacarose é o açúcar?
20	Bia	Eu acho que só tem que colocar o fermento biológico no caldo de cana
21	Pati	Ah:: é...
22	Bia	Pra poder produzir etanol...porque como eu vou tirar açúcar do açúcar? Se (sic) consegue tirar o açúcar do açúcar? Tirar o açúcar do açúcar? ((silêncio)) Não?
23	Nati	Eu também não
24	Bia	Ah... vou colocar como se (sic) fosse uma hipótese... primeiro retira a sacarose... aí depois a gente (sic) acrescenta o fermento... fermento biológico
25	Nati	Como que é a segunda?
26	Bia	Quais são os materiais... reagentes... vidrarias... equipamentos que vocês precisam para é... para testar essa hipótese... Um béquer... o béquer é aquele copinho tá?
27	Nati e Pati	Ta... a cana
28	Bia	Ai eu vou colocar caldo né porque...caldo de cana...o fermento biológico ((relata os materiais))
29	Pati	O açúcar
30	Bia	QUE AÇÚCAR MENINA? Já têm
31	Pati	Só?
32	Bia	Éh:: no meu eu coloquei isso...béquer...caldo de cana e fermento biológico...((silêncio)) Eu perguntei pra sora (sic) se o fermento biológico cairia (sic) como um material... e é pra colocar tudo que usa...então béquer...caldo de cana...fermento biológico
33	Nati	Sim...agora vai ter que desenhar
34	Bia	Represente o esquema ou desenhe o procedimento experimental sugerido pelo grupo para produzir o etanol...então... primeiro desenha um copinho...o béquer é aquele copinho
35	Nati	Assim?
36	Bia	Não ((devagar)) esse daí é o:: é outro nome...
37	Nati	Erlenmeyer?
38	Bia	Sora... (sic) cadê aquela lista? Obrigada... O béquer é esse óh ((mostra a figura do béquer na lista de matérias))
39	Nati	Xo (sic) vê... aqui ((começa a ver a lista))
40	Bia	É...esse aí é o erlenmeyer amiga...aquele que você falou é o erlenmeyer...a gente [sic passim] vai fazer num béquer ((silêncio)) A gente também pode colocar uma espátula né? Pra mexer...
41	Nati	Um béquer...
42	Bia	Ai se faz o caldo de cana dentro dele... pode fazer umas ondinhas pra representar...isso...Ai se só faz um saquinho de fermento
43	Pati	Éh::escreve né porque ((risos))

44	Nati	Um saquinho?
45	Bia	Bia: Não...aqui...aqui...tipo...faz tipo como se tivesse caindo dentro do copo o fermento
46	Nati	Sim ((silêncio)) fermento né?
47	Bia	Isso...((silêncio)) Isso...biológico...e só...pra mim é só...deixa eu ver... Sora (sic) acabamo (sic) ((silêncio)) É...eu acho que é só
48	Bia	Então vamos recapitular... a primeira éh::: retira a sacarose...depois no caldo de cana acrescenta o fermento biológico... O sora (sic) vêm aqui...sora (sic) vem aqui... Aqui eu tô (sic) com uma dúvida aqui no tirar a sacarose...mas o caldo de cana não é pura açúcar? Como eu vou retirar a açúcar do açúcar?
49	Prof ^a .	Vamos pensar...será que precisa retirar açúcar?
50	Nati	Nati: Porque é muita (sic) açúcar, é puro (sic) açúcar?
51	Prof ^a .	Têm água, sacarose, fibras, alguns minerais...
52	Bia	Ah...então é necessário mesmo tirar?
53	Prof ^a .	Nesse momento é vocês que precisam dizer né? Será que é necessário?
54	Bia	Ah, eu acho que sim...já que tem minerais e água
55	Prof ^a .	O que vocês acham que tem no caldo de cana que é necessário para obter o etanol?
56	Bia	Então eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana
57	Nati	Contém açúcar...água...fermento
58	Bia	Bia: Então eu quero que o fermento biológico reaja no caldo de cana... que seria a sacarose... certo?
59	Prof ^a .	Se for o que vocês acham... A sugestão para solucionar o problema é de vocês. O que vocês irão fazer?
60	Bia	Eu vou pegar o caldo de cana e a água...e tirar o açúcar que seria a sacarose depois...NÃO...Acho que primeiro antes...não vai...eu acho que primeiro tem que tirar a sacarose ai depois acrescentar o fermento
61	Prof ^a .	Se essa é a hipótese...como vocês vão retirar a sacarose?
62	Bia	Ai sora... (sic) bem difícil em
63	Pati	Com separação por exemplo...a gente não fez a separação do álcool com o vinho?
64	Bia	Não tem como fazer filtração...porque não dá
65	Pati	A gente (sic) fez também a separação da areia com a água...do óleo com água também...
66	Bia	Então acho que também tem que desenhar separando... Ah...aquele negócio de...do sal lá...separar o sal da água...Ele seria de colocar no fogo até só ficar o sal certo?
67	Nati	Isso...
68	Bia	No açúcar ocorre o mesmo procedimento? Ou o açúcar...é porque ele derrete
69	Nati	É... o açúcar derrete mais a água... ah ele vai ficar água doce
70	Prof ^a .	Entendi...e vocês lembram o nome desse processo?
71	Bia	Ai sora... (sic) eu esqueço...igual do sal
72	Pati	É condensação?
73	Bia	Não...o de queimar pelo amor de Deus...
74	Nati	Evaporação?

75	Bia	Éh:::: que tem que evaporar a água
76	Nati	Ah...hum...((risos)) Sora (sic) e também tirar o caldo de cana com o álcool
77	Profª.	Para separar?
78	Nati	É...
79	Profª.	Pode ser uma possibilidade sim, mas de separação, por enquanto gostaria que vocês colocassem como produzir o etanol.
80	Nati	Ah sim...entendi...
81	Bia	Então não é necessário desenhar tirando a sacarose...porque é só pra mim (sic) obter o etanol
82	Profª.	Vocês que decidem...só indiquem certinho no desenho qual etapa vai ser feita primeiro
83	Nati	Etapa um e etapa dois né?
84	Bia	Coloca a etapa dois aqui...Então aqui amiga, óh...faz assim.... ((indicando no desenho)) ((silêncio)) Que se ta (sic) fazendo? ((barulho de borracha))
85	Nati	Vou colocar a etapa um aqui no canto
86	Bia	Ah...não precisava...Então primeiro a gente coloca assim
87	Nati	A evaporação...não esquece disso...porque ontem eu lembrei que a Lia também estava falando que...não esquece isso
88	Bia	Não...então a gente coloca...Escreve assim...primeiro retirar a sacarose do caldo de cana...É calma ((a aluna lê o que está escrevendo)) depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico
89	Nati	Biológico né?
90	Bia	Isso...Ai...
91	Nati	Retirar a sacarose do caldo de cana depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico...
92	Bia	Bia: Isso...A etapa dois...a primeira etapa faz isso aqui óh...éh:: ((indica os materiais na lista para montar o sistema de evaporação)) ...nesse negócio aqui ((tripé)) você faz um erlenmeyer que é pra separar a sacarose do caldo de cana...faz um erlenmeyer...ai você faz o caldo de cana dentro...isso...
93	Nati	Pronto...terminamos.

APÊNDICE I2 – Episódio 02 “Parte experimental para a produção do etanol”

Transcrição do áudio referente à parte experimental referente a proposta do grupo A para produção do etanol.

Grupo A: Nati, Bia e Pati.

Duração do áudio: 00:54:39

Turnos	Estudantes/ Professora	Transcrições das falas
94	Nati	Onde tem luva?
95	Pati	Lá óh ---
96	Bia	O nosso vai ter esperar um bom tempo aqui né? Até o caldo evaporar tudo...pra gente pegar a sacarose ---
97	Bia	Óh...me sujei toda
98	Nati	Pra que serve a luva Bia... pra isso Bia serve a luva ((irônia))
99	Bia	Calma gente eu tô (sic) vendo se a gente já pegou tudo
100	Pati	Coloca tudo o negócio aí dentro
101	Bia	Óh...isso aqui não precisa...a gente não vai usar agora...a espátula...e isso aqui também não vai usar agora...bota pra cá
102	Nati	Esse é o que...o fermento? Não tem que amassar não?
103	Bia	Não...mas a gente não vai usar ele agora
104	Nati	Mas posso amassar?
105	Bia	Pode ((silêncio)) Vou colocar só um pouquinho
106	Pati	Por quê? Não pode pôr tudo?
107	Bia	Não...poder pode...mas vai demorar mais tempo pra evaporar...
108	Pati	Gente...ele vai ficar duro de novo óh
109	Nati	Ele fica duro
110	Pati	Fica
111	Bia	Err...por isso que eu não amassei - - - Para com essa brincadeira
112	Pati	Gente...é melhor colocar um negócio aqui...porque ele vai ficar enorme o fogo
113	Bia	Hã...e daí?
114	Nati	Eu acho que você tem erguer um pouco mais ele
115	Pati	O que?
116	Nati	O erlenmeyer ---
117	Bia	Ai...agora até esperar
118	Bia	Aí vocês já tão (sic) retirando o etanol? O que elas estão fazendo ali?
119	Prof ^a	Psu...fazem o de vocês
120	Bia	Ah...desculpa
121	Nati	Eu tô (sic) pegando cada momento viu...na hora que começar a borbulhar a gente já tira outra foto
122	Bia	Acho que o nosso está certinho ((fala baixo))
123	Nati	É...vai ter que esperar
124	Bia	Aí depois a gente vai colocar o fermento no açúcar...
125	Nati	Ah... a gente esqueceu de colocar açúcar
126	Pati	Na [sic passim] onde? Colocar açúcar na onde?
127	Nati	No desenho
128	Pati	Ah::

129	Bia	A gente precisa tirar a sacarose
130	Nati	Eu pensei que a gente ia fazer parecido com esse daqui óh...mas esse daqui não tem separação
131	Bia	Esse daí é para retirar o álcool... não têm como tirar o álcool da cana de açúcar... a cana de açúcar não têm álcool ---
132	Bia	Ai meu Deus...vai demorar demais...
133	Bia	Porque vocês não pegaram o negócio para colocar em cima do fogo? A tela de amianto tá (sic) ali ---
134	Profª	Nesse momento cada grupo precisa fazer o seu pessoal
135	Nati	Posso mexer já? Pode?
136	Pati	Esse daí é pro (sic) fermento
137	Bia	Mexer pra quê?
138	Nati	Pra mexer
139	Pati	Não precisa
140	Nati	Eu não acho que a cana de açúcar tem álcool
141	Bia	Agora que tô (sic) pensando... eu acho que a gente deveria ter colocado o fermento aqui dentro... colocado aquele negócio dela pro (sic) etanol cair dentro do copinho ((fala baixo))
142	Bia	Ai... até isso evaporar e ficar só o açúcar - - -
143	Nati	Sora (sic) vem aqui
144	Pati	Fala Bia
145	Profª	Pode falar...
146	Pati	Cê (sic) não ia falar pra sora (sic)
147	Bia	Não... aquele é processo de separação e a gente só tem que produzir o etanol - - -
148	Nati	Óh...aí a gente vai esperar...a gente pode tirar um pouco da garapa pra ser mais rápido...vai demorar muito tempo
149	Pati	Aqui Bia...vai...vai...Calma que tá (sic) quente...
150	Bia	Vai ter que abrir pra tirar...Tirou? Conseguiu? Aí...coloca
151	Nati	Deixa eu pegar outro béquer
152	Bia	Coloca aqui miga
153	Nati	Põe aqui no copo?
154	Bia	Éh...deixa eu ver...pode jogar mais um pouco
155	Nati	Mais?
156	Bia	Deixa eu ver...aí
157	Nati	Você prendeu certo? Bem firme?
158	Bia	Ahã...liga...acende ---
159	Bia	Olha aqui...a Pati vai fazer esse processo
160	Pati	Que?
161	Bia	A Pati vai fazer esse processo de colocar o fermento
162	Pati	Faço...
163	Bia	E também eu acho que vai...O sora (sic) vêm aqui
164	Profª	Oi
165	Bia	Aqui no caso quando a gente colocar a sacarose e o fermento nós vai (sic) ter que tampar...não vai?
166	Profª	Se vocês quiserem tampar
167	Bia	Mas não têm necessidade né
168	Profª	Vocês que decidem
169	Nati	Professora...tá (sic) ficando claro
170	Pati	Tá (sic) saindo alguma coisa daí óh...o açúcar... Não miga olha lá...tá vendo tipo uns pozinhos
171	Bia	É...tá (sic) derretendo...tá evaporando líquido e tá (sic) ficando açúcar
172	Nati	Não sabia que tinha álcool da cana de açúcar ---
173	Pati	Nós vai tampar com o quê? Vai tampar?
174	Bia	Mas se a gente tampar não vai evaporar a água ---

175	Nati	Como que é o nome desse negócio?
176	Bia	Hãn? É coisa de vidro
177	Bia	O sora (sic) como que é o nome desse negócio de vidro mesmo? Esse aqui
178	Profª	Esse chama bastão de vidro...Pra que ele serve?
179	Bia	Pra mexer ((silêncio))
180	Bia	Ai...que cheiro gostoso
181	Pati	Cheiro quando minha mãe tá (sic) fazendo pudim...ai que delícia ---
182	Nati	Ele já tá (sic) engrossando...óh analisa cada detalhe...óh...
183	Pati	É o açúcar
184	Bia	É o açúcar...ai vai diminuir aí vai evaporar o líquido aí vai ficar mais o açúcar... a gente joga o fermento mexe...mexe...mexe...mexe... mexe...mexe e tampa pro álcool não evaporar
185	Pati	Mas aqui...olha ali
186	Nati	Mas a professora quer que a gente PRODUZ o álcool...aquela ali é pra tirar o álcool...entendeu? ((fala em tom baixo))
187	Pati	Isso daqui é a tampa?
188	Bia	Não precisa colocar aí miga...não agora...se não... não evapora ---
189	Bia	Olha aqui...olha aqui do lado...olha aqui...olha aqui
190	Nati	Que cheiroso...dá vontade de comer ---
191	Nati	Gente...olha o tanto que vocês usaram
192	Bia	É a Pati
193	Nati	Olha o desperdício
194	Bia	Sora (sic) olha aqui...já tá (sic) ficando aqui óh:: Olha...até escureceu
195	Pati	Olha a fumaça
196	Nati	Olha aqui...ela tá preta
197	Bia	E por dentro também tá (sic) vendo?
198	Nati	E depois disso daí Bia... tá (sic) engrossando... pode mexer?
199	Bia	Não... depois você mexe...vai derreter o açúcar
200	Nati	Então...agora mexe
201	Bia	Mas vai derreter o açúcar que tá (sic) em volta
202	Nati	A primeira etapa...depois disso nós vai (sic) colocar o fermento biológico?
203	Bia	Óh vou te explicar... aqui nós vamos esperar... vai ficar só o açúcar certo? Aí a gente vai tirar... não... a gente nem precisa tirar... eu acho que se a gente colocar no béquer para mexer
204	Nati	É...porque o béquer já tá aqui né...aí coloca fermento biológico
205	Bia	Aí coloca fermento o que sobrou daqui e mexe e tampa...ai depois a gente espera e cheira e vê o etanol
206	Nati	Entendi ((silêncio))
207	Bia	Tem que responder viu?
208	Bia	Mas a experiência não tá (sic) pronta
209	Nati	O experimento realizado confirma a proposta sugerida pelo grupo, ou seja, foi possível produzir o etanol?
210	Pati e Nati	[Sim
211	Bia	NÃO...a gente não sabe ainda
212	Bia	Sora (sic) vem aqui ---
213	Bia	Ali no deles...no caso não teria que ficar uma bolinha? Tipo uma massa do pão? Ou assim no líquido mesmo
214	Profª.	É que no pão nós tínhamos uma massa sólida e ali a gente têm o líquido

215	Bia	Ah...tá ((silêncio)) Ah...vai demorar demais até negócio evaporar...por isso que eu tinha colocado pouquinho
216	Prof ^a	Mas já saiu bastante...já reduziu um pouco
217	Bia	E tem que ir respondendo esse negócio aqui?
218	Prof ^a	Não...só depois que terminar
219	Bia	Professora...olha o tanto que já secou
220	Prof ^a	Diminuiu?
221	Bia	Diminuiu
222	Pati	Tá secando...já começou a ficar com cheiro de álcool? Ah não...ainda tem que colocar o fermento
223	Bia	Óh...sente o cheiro tá [sic passim] sentindo....tá sentindo?
224	Nati	Tô (sic)...Tá (sic) grosso já
225	Bia	Miga...olha
226	Nati	Olha a diferença...a hora que a gente colocou ele e agora olha como ele tá (sic) mais escuro e mais grosso [grosso - --
227	Pati	Olha o cheiro...é açúcar né...olha tá (sic) pura açúcar ---
228	Nati	Óh...tá [sic passim] cheirando...tá engrossando
229	Pati	Tá (sic) puro açúcar já
230	Bia	Tá (sic) quente...pode deixar
231	Pati	Vamos tirar o açúcar já daí...óh...eu tô mexendo aqui:: cheiro de açúcar
232	Nati	Tá [sic passim] sentindo...eu já tô (sic) sentindo o cheiro porque tá meio que fervendo
233	Prof ^a	O que está acontecendo neste proceddo?
234	Bia	O que é está acontecendo...diminuiu...a água está evaporando e está ficando só o açúcar...escureceu...a gente mexeu pra ir mais rápido...tá (sic) com cheirinho de:::
235	Pati	Cheiro de açúcar
236	Bia	De açúcar queimado
237	Prof ^a	Está mesmo...
238	Bia	O açúcar está ficando grudado
239	Nati	Mas a gente já mexeu
240	Prof ^a	Como assim grudando?
241	Bia	Não... grudado aqui professora tá (sic) vendo nessa marquinha
242	Nati	Olha onde tava (sic) e como já diminuiu
243	Bia	Pra caramba
244	Prof ^a	E porquê? Porque está diminuindo?
245	Bia	Porque tá (sic) saindo água
246	Nati e Pati	[Tá (sic) evaporando
247	Pati	() do líquido pro gasoso
248	Bia	O que tá (sic) evaporando é a água
249	Prof ^a	E o que é evaporar?
250	Nati	É separar não é? Professora é passar de líquido pra gasoso
251	Pati	É passar do estado líquido para o gasoso
252	Nati	Evaporar é sumir ((risos))
253	Bia	Desapareceu ---
254	Bia	Eu acho que nem assim vai dar certo
255	Pati	Por quê?
256	Bia	Eu acho que assim só vai sair a água...eu acho...minha opinião
257	Nati	O delas tá claro né?
258	Bia	Professora...existem diversas maneiras de produzir o álcool?
259	Prof ^a	Existe sim.... existem várias possibilidades
260	Bia	Então a maneira delas ali também tá (sic) certa?

296	Nati	Não...eu acho melhor a bexiga...olha lá como tá (sic) a luva deles ((se refere a outro grupo)) não dá nem pra perceber que encheu- - -
297	Nati	Porque que o delas não deu certo?
298	Bia	Depois eu explico pra vocês...a professora não deixou eu falar pra elas...mas depois eu explico pra vocês
299	Nati	Vai Bia...coloca logo...dá mais uma mexida
300	Bia	Aquela hora você não estava aqui
301	Pati	Estava do lado
302	Bia	Mas você não viu o que aconteceu
303	Pati	O que aconteceu? Eu vi sim....subiu
304	Bia	Aí...subiu o que?
305	Pati	O negócio quando você colocou o fermento
306	Bia	Não subiu fez espuma
307	Pati	Eu olhei...tava (sic) subindo
308	Profª	E por que que fez espuma?
309	Nati	Por causa da quentura?
310	Bia	É o oxigênio... ah é o gás:: é o gás por causa do encontro com o açúcar e o fermento --- Agora professora eu só espero que isso comece a subir ((encher a bexiga))
311	Nati	Porque se não subir a gente vai ter um treco
312	Profª	E porque tem que encher?
314	Bia	Pra saber... pra ver se tem álcool mesmo...por causa do fermento
315	Nati	Gás
316	Bia	Por causa do gás... por causa do quê ?
317	Nati	Por causa do gás carbônico
318	Bia	Ah ta...então eu falei por causa do gás
319	Nati	Ai sora ficou com meio estranho...É normal? Porque tipo assim...antes de tudo essa reação ele tava mais claro aí depois que foi fervendo...fervendo começou a espumar
320	Profª	O que foi fervendo?
321	Nati	O caldo de cana
322	Bia	O açúcar foi ficando e o líquido que foi a água foi...
323	Nati	Foi evaporando
324	Bia	Evaporando... por isso que o nosso deu certo ((fala baixo)) ---
325	Bia	Agora a gente vai observar o que vai acontecer...se vai ter reação ou não...ficou mais escuro...formou bolhas no começo na hora que acrescentamos o fermento...tá [sic passim] escuro...tá como se fosse...
326	Nati	Tá (sic) grosso
327	Bia	Esperamos que suba...é isso...Nati...Bia e Pati

APÊNDICE I3 – Episódio 03 “Questionários sobre os dados coletados na produção do etanol”

Transcrição do áudio referente as respostas do questionário em grupo do Problema Investigativo I, com ênfase na relação das evidências com os conceitos científicos.

Grupo A: Nati, Bia e Pati.

Duração do áudio: 00:10:52

Turno	Participantes	Transcrições das falas dos participantes
328	Bia	O experimento confirma a proposta sugerida pelo grupo, ou seja, foi possível produzir o etanol?
329	Nati	Sim
330	Bia	Sim...Quais evidências macroscópicas que indicam que houve a produção do etanol?
331	Nati	O enchimento da bexiga
332	Pati	O enchimento com gás carbônico
333	Nati	O cheiro
334	Bia	Calma...enchimento da bexiga...o enchimento do gás carbônico...é o cheiro...o cheiro de álcool né...Então...o enchimento do gás carbônico...o cheiro do álcool
335	Pati	Só
336	Nati	Lê a outra
337	Bia	Através de um desenho observe o que foi evidenciado antes e após a produção do etanol... caldo de cana antes do processo da produção do etanol
338	Nati	Eu vou poder pegar aquela folha que a gente respondeu?
339	Bia	O sora (sic) pega aquele papel pra gente...aquele que a gente respondeu
340	Nati	Pra ver o desenho
341	Prof ^a .	Está aí junto
342	Nati	A tá (sic) aqui ((risos)) desculpa professora.
343	Bia	Antes
344	Nati	A gente não desenhou ele antes...mas ele tá (sic) tipo assim
345	Bia	Calma...qual é a pergunta?
346	Nati	Caldo de cana antes do processo de produção do etanol...vou fazer ele dentro da carrafa
347	Bia	Não...faz num béquer não...faz num
348	Nati	Numa garrafa...foi antes...depois da reação química que colocou dentro desse negócio
347	Bia	Faz num béquer...não é béquer...como que é o nome daquele bagulho?
348	Nati	Erlenmeyer
349	Bia	Erlenmeyer...faz no Erlenmeyer...isso:: faz esse e a cana dentro
350	Nati	Ah...não tinha espuma né? Ele tava (sic) normal
351	Bia	Não...ele tava (sic) normal...Escreve aí cana...caldo de cana... (silêncio) Após a produção do etanol
352	Nati	Colocar ele aí com a bexiga e cheio de bolinha
353	Bia	Faz ele éh....faz o erlenmeyer
354	Nati	Ele cheio de bolinha e depois faz espumando
355	Bia	Não...faz ele com a espuma só...que a gente viu ele com espuma...com bexiga cheia ((silêncio))
356	Nati	Fermento né

357	Bia	O processo ocorreu --- O processo que ocorreu para obtenção do etanol pode ser classificado como
358	Nati	Químico ou físico?
359	Bia	Químico
360	Pati	Ocorreu mudança de cor...tava (sic) mais claro depois
361	Nati	É...tipo assim ele era mais escuro
362	Bia	Éh::químico...químico...Justifique...Mudança...coloca...mudança de cor...ficou mais escura entre parênteses você coloca o caldo de cana...que tá (sic) falando do etanol
363	Nati	Criou bolhas
364	Bia	Espuma..bolha...espuma
365	Nati	E fez o balão encher
366	Bia	Não éh:: o cheiro
367	Pati	Do álcool né
368	Bia	Uhum...
369	Nati	Óh:: mudança de cor por exemplo...processo que ocorreu para a obtenção do etanol pode ser classificado como? Físico ou químico? Químico por que? Por que teve (sic) mudança de cor...ficou mais escuro...o caldo de cana criou espuma e o cheiro do etanol ficou forte
370	Pati	Ocorreu alguma reação química? Sim::
371	Nati	Em caso afirmativo represente a reação
372	Bia	Como assim sora (sic) essa reação aqui?
373	Prof ^a .	Vocês lembram que nós vimos reações químicas e nós esquematizamos?
374	Bia	Como assim?
375	Prof ^a	O que é uma reação química? ((silêncio)) Vocês também têm o texto que pode apoiar vocês...O que precisa acontecer em uma reação química? A gente tem o que?
376	Bia	Um...éh::
377	Nati	Uma mudança?
378	Bia	Não...ai sora (sic) tá (sic) na minha ponta da língua caramba
379	Prof ^a	Aqui ocorreu que tipo de transformação?
380	Nati	Química
381	Bia	É quando duas... a química é quando muda e não volta mais...calma
382	Prof ^a	É quando forma?
383	Bia	Novas substâncias não é?
384	Prof ^a	Então o que têm em uma reação química?
385	Bia	Então eu desenharia o caldo de cana sem o fermento...aí depois a gente coloca o fermento... aí depois a gente mostra outro com a bexiga com o fermento...o caldo de cana junto e a bexiga enchendo que é o que formou
386	Prof ^a	É uma possibilidade...mas como podemos escrever isso?
387	Bia	Ah...então tá bom
388	Prof ^a	Mas...uma reação química é constituída por quais substâncias?
389	Bia	Pelos reagentes...
390	Prof ^a	Formando o quê?
391	Bia	Os produtos... Então vou fazer assim... eu vou fazer os reagente e os produtos...pode ser?
392	Prof ^a	Vocês podem esquematizar do jeito que acharem mais adequado
393	Bia	Tá... miga faz mais pequeno... miga não... apaga... coloca assim óh escreve reagentes bem pequenininho para caber (sic)

		tudo porque é muita coisa... coloca reagentes... aí você coloca o caldo de cana mais o fermento biológico
394	Nati	Olha
395	Bia	Isso...aí você coloca uma setinha aí escreve produtos que foi o etanol e o gás carbônico...
396	Nati	Mais gás carbônico?
397	Bia	Isso...acho que terminamos ((tom de voz baixo)) Sora (sic) terminamos... Sora (sic) toma...a gente colocou os produtos e os reagentes

APÊNDICE J – Entrevista

Entrevista – Problema Investigativo: Produção do etanol

Grupo A: Pati, Nati, Bia.

Turnos	Estudantes/Professora	Transcrição
1	Prof ^a	Nós vamos ter uma conversa simples, bem informal, vocês podem ficar tranquilos, é só para eu entender melhor o que vocês fizeram durante as atividades, se vocês acharam interessante ou não, se houve alguma dificuldade. Então, primeiro eu gostaria que vocês falassem um pouquinho da produção do etanol, então eu entreguei o caldo de cana pra vocês e falei como vocês poderiam produzir o etanol, vocês escreveram a seguinte hipótese: “ <i>Retirar a sacarose do caldo de cana, depois acrescentar a sacarose junto com o fermento biológico</i> ”. Essa foi a proposta para solucionar o problema. Eu queria que vocês me explicassem aqui, o que seria retirar essa sacarose, né, e mostrasse depois nesse esquema que vocês desenharam cada passo que vocês fizeram e porque fizeram isso. Se houve consenso do grupo se não houve. Eu quero que vocês tentem relatar isso pra mim...
2	Nati	Sim. A sacarose no caso seria o açúcar
3	Prof ^a	Hum...
4	Nati	Como o caldo de cana já têm muito açúcar, então, retirar um pouco pra poder formar o etanol, o etanol têm fermento, então se juntasse o fermento junto com o açúcar. Pra [sic passim] formar o álcool tem que ter fermento biológico, açúcar e água não é? Era água que ela tinha falado?
5	Bia	Não lembro se ela tinha falado
6	Nati	Aí formava o etanol
7	Pati	E tinha que ferver o caldo de cana pra poder tirar o açúcar e depois colocar o fermento no que sobrou.
8	Bia	Isso...
9	Prof ^a	Então, o que seria esse retirar o açúcar?
10	Bia	Seria colocar ele num recipiente, em algum lugar assim, e ligar o fogo numa temperatura até o líquido, que seria a água no caso, evaporar e ficar apenas o açúcar, que seria a sacarose...
11	Prof ^a	Isso é retirar o açúcar?
12	Bia	Sim, que é a sacarose
13	Prof ^a	Ah, entendi. Então, se colocasse o fermento direto, sem fazer esse processo, será que iria dar certo?
14	Bia	Sim
15	Nati	Daria, mas a gente quis vê (sic) como que seria (...)
16	Bia	É, a gente tinha duas hipóteses de fazer, aí a gente optou pela mais difícil ((risos)) que têm que tirar (sic) o açúcar, depois acrescentar o fermento...
17	Prof ^a	Então retirar o açúcar pra vocês, seria essa parte de (...)
18	Bia	De esquentar ele
19	Pati	Ferver
20	Prof ^a	E porque esquentar?
21	Nati	Tirar o açúcar
22	Bia	Tirar a sacarose, o açúcar no caso
23	Prof ^a	Retirar ele dali de dentro?
24		NÃO, retirar o líquido seria pra retirar a água, o líquido e ficar com o que sobrou
25	Prof ^a	E depois, o que vocês pensaram?
26	Bia	Depois que a gente tirou o açúcar?
27	Prof ^a	É
28	Bia	A gente pensou em pegar o fermento, acrescentar junto com o açúcar e mexer e tampa (sic) ele
29	Nati	Pra vê (sic) até onde dava
30	Pati	Aí tampamo (sic) com a bexiga e aí liberou gás carbônico

31	Bia	Colocar uma bexiga, um plástico, alguma coisa que encha que dê pra perceber
32	Nati	Pra vê se ela iria inchar
33	Bia	É, com o ar, porque se enche (sic) têm etanol, é por causa do gás carbônico, sair o cheiro entendeu, pra não sair, porque se deixar aberto vai sair o cheiro e a gente não vai conseguir sentir
34	Prof ^a	Então vocês queriam verificar através do cheiro, do enchimento da bexiga se estava produzindo (...)
35	Bia	O etanol
36	Nati	Uhum
37	Prof ^a	E depois, o que vocês fizeram?
38	Bia	Primeiro a gente pegou os equipamentos, os materiais, a gente fermentou ele, o fermento biológico com o açúcar, aí a gente deixou a água evaporar ficamos (sic) com o açúcar aí depois a gente mexeu ele, colocou no recipiente e tampou
39	Nati	Colocou o fermento
40	Bia	Éh e colocou a bexiga
41	Prof ^a	E porque o fermento biológico?
42	Bia	Porque o químico não dá, porque eu acho que o biológico, aí tem um nome na cabeça que eu esqueci o nome, calma vou lembrar, anão é bactéria éh:::
43	Nati	Elemento
44	Bia	Como éh:::?: Aí sora (sic) não lembro, o nome lá do que tem fermento biológico, não é uma enzima, éh seria tipo uma enzima no fermento que faz ele liberar por causa do calor, eu acho que é por causa dessa gente, e o químico ele seria, não sei
45	Nati	Para crescer né?
46	Bia	Éh... o químico seria só pra crescer eu acho
47	Prof ^a	Químico libera o quê?
48	Pati	Gás carbônico, não é?
49	Nati	É, porque na hora de fazer o pão coloca o químico, não é?
50	Bia	Não, o pão, ah, tanto faz,
51	Nati	Pode ser um dos dois
52	Bia	Mais o mais recomendado é o fermento biológico por causa da massa do pão
53	Pati	O químico ele incha na hora
54	Prof ^a	Quando a gente usa o fermento biológico a gente pode colocar imediatamente no fogo?
55	Pati	Não, tem que esperar bastante porque demora pra reagir
56	Bia	Tem que esperar um tempo por causa das enzimas dele começar se liberar
57	Prof ^a	E vocês acham que este é um processo químico, um processo físico? Qual transformação que está envolvida?
58	Bia	Eu acho que é física, cê (sic) fala do fermento?
59	Nati	Química
60	Prof ^a	Desse processo de produção do etanol
61	Nati	É químico
62	Prof ^a	Por quê?
63	Bia	Porque o fermento quando a gente compra ele é seco na verdade e é uns pozinho (sic) quando a gente acrescenta alguma coisa, tipo água nele
64	Nati	Ele se dissolve
65	Bia	Ele vira tipo uma massa
66	Pati	Começa a fazer bolhas
67	Prof ^a	Porque é uma transformação química?
68	Bia e Nati	Porque tem os reagentes e os produtos
69	Bia	Que no caso os reagentes seria o caldo de cana e o fermento biológico ele vai ajudar a formar o etanol e o gás carbônico
70	Prof ^a	E os materiais, vocês não listaram todos os materiais que vocês utilizaram, quando a gente estava na sala que vocês não estavam vendo as vidrarias vocês listaram somente algumas, mas a hora que chegou no laboratório eu falei pra vocês ficarem a vontade e pegar o que for necessário, porque vocês acham que isso aconteceu?
71	Nati	Tipo assim, aqui na hora fazendo (...)

72	Bia	Porque a gente só colocou aqui o que seria para obter o final, a gente não colocou o processo a gente esqueceu de colocar essa parte aqui
73	Prof ^a	Vocês não escreveram, mas desenharam antes e só
74	Bia	A gente esqueceu de colocar em cima, a gente só colocou mesmo para obter o etanol, a gente esqueceu de colocar a parte de tirar a sacarose essas coisas
75	Prof ^a	Entendi. E vocês acham que fazer esse experimento em grupo foi mais fácil do que eu se vocês tivessem feito individualmente
76	Nati	Sim porque é várias informações não é só a dela
77	Prof ^a	Éh, tipo elas têm uma opinião, ela tem outra eu tenho outra e as vezes só a minha não dá certo aí eu posso tenta (sic) da minha parceira
78	Nati	As vezes a gente mesmo fica com dúvida das nossas respostas, se eu ver que a minha tá (sic) parecida com a dela eu não vou pensar que a minha tá errada pois vai se a mesma resposta que a dela
79	Bia	Tipo, a resposta dela complementa a minha, a minha complementa a de todo mundo
80	Prof ^a	E quando vocês fizeram a atividade, vocês conseguiram ter essa complementação que vocês estão falando?
81	Nati	Bia e Pati: Sim::
82	Prof ^a	Houve algum momento que vocês tiveram alguma divergência para responder?
83	Nati	Não:::
84		Não, que eu me lembre não, as vezes é tipo uma pergunta que ela acha que tipo ela não houve você falando que não tinha, aí eu falei par ela que tinha e ela falou que não tinha aí a gente falou que tinha não tinha, mas têm não têm, aí ficou nisso e a gente chamou você e você falou que tinha, aí resolveu ((risos)) É só as dúvidas
85	Prof ^a	Então se eu apresentar um problema pra vocês resolverem, envolvendo uma atividade experimental investigativa e falasse que vocês poderiam fazer sozinhas se vocês desejarem ou podem fazer em grupo, qual escolha seria a de vocês?
86	Nati, Pati e Bia	Em grupo
87	Bia	E também se eu vesse (sic) que eu conseguiria sozinha eu faria sozinha, mas se não conseguisse e as vezes o grupo (...)
88	Nati	Eu acho que em grupo é melhor porque um ajuda o outro se você tá (sic) com dúvida de alguma coisa e ele tem a informação aí ele te ajuda
89	Prof ^a	Mas vamos supor que vocês têm essas duas possibilidades, que nem, a Bia falou assim, se eu não soubesse eu iria em grupo, então se você souber, você prefere fazer individualmente?
90	Bia	Sim, dependendo do grupo sim
91	Nati	É, porque têm pessoas que você tá (sic) no grupo e você faz sozinho a pessoa não te ajuda
92	Bia	Você faz tudo sozinha e a pessoa leva o crédito no final sendo que ela não fez nada e quem deu duro, quem foi atrás do negócio pra fazer tudo foi você
93	Prof ^a	Por fim, em relação ao conhecimento, a aprendizagem de vocês, seria mais fácil trabalhar em grupo essas atividades individualmente?
94	Bia, Nati e Pati	Em grupo
95	Prof ^a	<i>Okay, obrigada.</i>